



Ana Catarina Ferreira Paiva

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Demolição seletiva: o conceito e a perceção dos intervenientes

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientadora: Maria da Graça Madeira Martinho, Professora Associada, com
Agregação, FCT NOVA

Coorientador: Mário Ramos, Investigador do Centro de Ciências do Mar e do
Ambiente (MARE), FCT NOVA

Júri:

Presidente: Prof.^a Doutora Ana Isabel Espinha da Silveira

Arguente: Prof.^a Doutora Maria Paulina Santos Forte de Faria Rodrigues

Vogal: Prof.^a Doutora Maria da Graça Madeira Martinho



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março, 2019

Demolição seletiva: o conceito e a perceção dos intervenientes.

Copyright © Ana Catarina Ferreira Paiva, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Maria da Graça Martinho, e ao meu coorientador, Engenheiro Mário Ramos, por todo o apoio, orientação e disponibilidade ao longo destes meses. Sem a vossa colaboração e constante partilha de conhecimentos, a realização deste trabalho não seria possível.

Ao Engenheiro Pedro Henrique Santos e Engenheira Ana Margarida Gomes o meu agradecimento pela solícita ajuda na realização dos questionários aos intervenientes no setor.

À Arquiteta Aline Guerreiro e Engenheira Cármen Lima agradeço os esclarecimentos, disponibilidade e interesse no tema, que contribuíram para a minha compreensão das práticas de demolição seletiva, assim como pela divulgação do questionário.

Agradeço a todas as pessoas que se disponibilizaram para participar no questionário, pois sem esta colaboração não seria possível concretizar este estudo.

A todos os meus amigos pela amizade, conselhos e apoio, não só durante a realização desta dissertação, mas também ao longo de todo o meu percurso académico.

Por último, agradeço à minha família, aos meus pais, irmão e cunhada, que sempre me incentivaram a estudar e a ser melhor. À minha madrinha Paula queria agradecer pelo apoio incondicional e pela amizade. Aos meus avós Ferreira, aos meus avós Paiva, aos avós Pinto, à avó Maria e à avó Antónia, que sempre me apoiaram e que me demonstraram a importância de nunca desistir. Sem eles não seria possível concluir esta jornada.

Deixo o meu sincero agradecimento a todos vós por fazerem parte deste caminho. Obrigada!

Resumo

Para implementar os princípios da economia circular no setor da construção, é fundamental priorizar as intervenções com o objetivo de privilegiar a prevenção da produção de resíduos e a reutilização dos materiais e equipamentos e, quando tal não for possível, a valorização dos resíduos de construção e demolição. É neste contexto que o conceito de demolição seletiva/desconstrução assume relevância, sendo definido como o desmantelamento sistémico de uma edificação, que implica a sequenciação das atividades de demolição para maximizar a recuperação de matérias e componentes para reutilização ou reciclagem.

Os objetivos deste trabalho foram definir o conceito de demolição seletiva e estudar as perceções dos principais intervenientes das áreas de projeto e da construção sobre o tema. Procurou-se perceber quais as melhores medidas para a aplicação deste método, bem como as principais barreiras e fatores que poderão contribuir para processos de demolição mais eficientes. Adicionalmente, tentou-se entender como a demolição seletiva pode ser implementada em Portugal, onde ainda não é uma prática obrigatória.

Para atingir os objetivos mencionados, realizou-se uma meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva e utilizou-se, como instrumento de análise, um inquérito por questionário divulgado *online*. Os resultados obtidos no questionário permitiram comparar a perceção de diferentes grupos, definidos relativamente à profissão, nomeadamente arquitetos, engenheiros e outros (essencialmente técnicos de qualidade, ambiente e segurança do trabalho), pois foram identificados como os principais intervenientes.

Com este trabalho, foi possível definir e caracterizar a evolução temporal do conceito de demolição seletiva com base na literatura existente. Concluiu-se que houve uma evolução do conceito ao longo do tempo, partindo da reutilização para uma abrangência maior, que passou a incorporar também a fase de projeto. Através do questionário percebeu-se que a demolição seletiva é uma prática bastante valorizada pelos inquiridos, embora o grau de conhecimento seja moderado e com diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, sendo que os engenheiros consideram possuir mais conhecimento do que os restantes intervenientes. Foram também identificados os fatores que contribuem para a implementação da demolição seletiva, as principais barreiras percecionadas pelos inquiridos, assim como a opinião sobre as principais medidas para a sua promoção em Portugal. Registou-se concordância nas respostas, embora pontualmente se tenham registado diferenças entre os fatores identificados pelos diferentes grupos.

Palavras-chave: demolição seletiva; desconstrução; resíduos de construção e demolição; economia circular.

Abstract

In order to implement the principles of circular economy in the construction sector it is fundamental to prioritize the interventions to be made with the goal of waste production reduction and materials/equipment reutilization and or alternatively the recovery of construction and demolition waste. In this context the definition of selective demolition/deconstruction is of major relevance. Selective demolition/deconstruction can be defined as the systemic disassembly of an infrastructure which implies strategic and sequential phased demolition in order to maximize material and components recovery for reutilization or recycling.

The purpose of this work is twofold: (i) to define the concept of selective demolition and (ii) to assess the perception of project and construction professionals, best application measures and major barrier and drivers that may enhance the efficiency of demolition processes. Additionally, an effort was made to understand how selective demolition could be implemented in Portugal, a country where it is nonmandatory.

To achieve this, a meta-analysis of the definition of selective demolition was carried, and an online survey was conducted as a support analysis tool. These enabled the comparison of different groups identified as relevant within this subject, particularly architects and engineers, among others.

With this work, the temporal variability of the concept of selective demolition was defined and characterized based on literature review. Data shows changing temporal trends, starting with the basic concept of reutilization, further increased after the consideration of selective demolition practices in project phase. According to survey data, it was perceived that selective demolition is a practice highly praised by the respondents, although the degree of knowledge is moderate and with statistically significant differences between the groups, as the engineers consider that they have more knowledge than the others. It was also identified the key drivers for promotion, main barriers and ways to encourage its implementation in Portugal. The answers given are in concordance between the selected groups, although some differences in the factors were identified.

Keywords: Selective demolition; deconstruction; construction and demolition waste; circular economy.

Índice

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2	OBJETIVOS	2
1.3	METODOLOGIA GERAL	2
1.4	ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	2
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1	ECONOMIA CIRCULAR	5
2.2	PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	9
2.3	DEMOLIÇÃO SELETIVA	18
2.3.1	<i>Conceito e importância.....</i>	<i>18</i>
2.3.2	<i>Barreiras de aplicação.....</i>	<i>20</i>
2.3.3	<i>Benefícios associados.....</i>	<i>21</i>
2.3.4	<i>Importância do planeamento.....</i>	<i>22</i>
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESES A TESTAR.....	25
3.2	PLANEAMENTO DO TRABALHO	26
3.3	INSTRUMENTOS DE ANÁLISE E TRATAMENTO DE RESULTADOS.....	27
3.3.1	<i>Meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva</i>	<i>27</i>
3.3.2	<i>Relação entre a maturidade da legislação sobre gestão de RCD e as quantidades de RCD valorizadas</i>	<i>27</i>
3.3.3	<i>Questionário aos intervenientes nos processos de demolição seletiva</i>	<i>29</i>
4	RESULTADOS	33
4.1	META-ANÁLISE SOBRE O CONCEITO DE DEMOLIÇÃO SELETIVA.....	33
4.2	RELAÇÃO ENTRE A MATURIDADE DA LEGISLAÇÃO SOBRE GESTÃO DE RCD E AS QUANTIDADES DE RCD VALORIZADAS	36
4.2.1	<i>Apresentação e discussão dos critérios de seleção dos casos de estudo.....</i>	<i>36</i>
4.2.2	<i>Casos de estudo.....</i>	<i>38</i>

4.3	PERCEÇÃO, GRAU DE CONHECIMENTOS E IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA PELOS INTERVENIENTES NAS ÁREAS DE PROJETO E DO SETOR DA CONSTRUÇÃO, RELATIVAMENTE. AOS PROCESSOS DE DEMOLIÇÃO SELETIVA	43
4.3.1	<i>Caracterização dos inquiridos</i>	43
4.3.2	<i>Perceção dos inquiridos sobre demolição seletiva/desconstrução</i>	47
4.3.3	<i>Práticas das empresas</i>	55
5	CONCLUSÃO	61
5.1	SÍNTESE CONCLUSIVA	61
5.2	ORIENTAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA DEMOLIÇÃO SELETIVA EM PORTUGAL	63
5.3	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	65
5.4	CONSIDERAÇÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	65
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	ANEXOS	79
	ANEXO I – Questionário sobre processos de demolição seletiva/desconstrução	81
	ANEXO II – Convite para participar no questionário (Geral)	89
	ANEXO III – Convite para participar no questionário (Portal da Construção Sustentável)	91

Índice de Figuras

Figura 2.1 Diferentes fases do modelo de economia circular	6
Figura 2.2 Setores com maior contributo potencial para a circularidade, em Portugal.....	8
Figura 2.3 Produção de resíduos na EU, por setor de atividade.....	11
Figura 2.4 Composição física dos RCD, em Portugal	12
Figura 2.5 Quantidade de RCD produzidos por atividade do setor da construção	16
Figura 2.6 Extração de matérias-primas, por setor de atividade	19
Figura 2.7 Origem das emissões totais de CO ₂ , na UE.....	19
Figura 3.1 Fluxograma da metodologia adotada	26
Figura 4.1 Número de artigos científicos publicados sobre demolição seletiva e desconstrução, entre 2008 e 2018	34
Figura 4.2 Quantidade de RCD tratados que são recuperados e reutilizados em cada país da UE, identificando os países com demolição seletiva obrigatória.....	36
Figura 4.3 Quantidade de RCD tratados que são recuperados e reutilizados em cada país da UE, identificando os países com auditoria de pré-demolição obrigatória a nível nacional/regional	37
Figura 4.4 Profissão dos inquiridos.....	44
Figura 4.5 Género dos inquiridos.....	44
Figura 4.6 Perceção dos inquiridos sobre a importância das diferentes barreiras para a demolição seletiva/desconstrução	50
Figura 4.7 Grau de importância atribuído pelos inquiridos aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução	52
Figura 4.8 Perceção dos inquiridos sobre a importância de medidas para a promoção da demolição seletiva/desconstrução em Portugal	54
Figura 4.9 Áreas em que as entidades desempenham a sua atividade	56
Figura 4.10 Classe máxima de alvará das empresas de construção.....	57
Figura 4.11 Frequência com que são realizados processos de demolição seletiva pela entidade.....	57
Figura 4.12 Motivos pelos quais a entidade nunca realizou demolição seletiva/ desconstrução	58
Figura 4.13 Motivos que levam a empresa a realizar demolição seletiva/desconstrução	59

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Subcapítulos do capítulo 17 da LER, correspondente a resíduos de construção e demolição	10
Tabela 3.1 Categorias de práticas de gestão de RCD utilizadas na matriz de maturidades sobre RCD.....	28
Tabela 3.2 Contatos realizados por base de dados	30
Tabela 4.1 Artigos sobre demolição seletiva/desconstrução, entre 2008 e 2018	33
Tabela 4.2 Matriz de maturidades de diferentes categorias de práticas sobre RCD, para o Luxemburgo, Alemanha e Finlândia	38
Tabela 4.3 Idade dos inquiridos	45
Tabela 4.4 Natureza da atividade profissional.....	45
Tabela 4.5 Envolvência dos inquiridos em projetos com processo de demolição seletiva	46
Tabela 4.6 Região onde o inquirido trabalha	46
Tabela 4.7 Grau de conhecimento dos inquiridos sobre o conceito de demolição seletiva.....	47
Tabela 4.8 Perceção dos inquiridos sobre o conceito de demolição seletiva	48
Tabela 4.9 Perceção dos inquiridos sobre as fases implicadas na demolição seletiva	49
Tabela 4.10 Grau de importância atribuído pelos inquiridos às barreiras para a demolição seletiva/desconstrução.....	51
Tabela 4.11 Grau de importância atribuído aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução.....	53
Tabela 4.12 Grau de importância atribuído pelos inquiridos às medidas que poderão promover a demolição seletiva/desconstrução em Portugal	55
Tabela 4.13 Percentagem de inquiridos que trabalha numa empresa de construção	56
Tabela 4.14 Motivos que levam a entidade a realizar demolição seletiva/ desconstrução.....	59
Tabela 4.15 Tipo de obra em que são realizados processos de demolição seletiva/ desconstrução e necessidades de subcontratação nesses processos.....	60

Acrónimos

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

DPC – Diretiva dos Produtos de Construção

DQR – Diretiva-Quadro Resíduos

LER – Lista Europeia de Resíduos

LMW – Law on Management of Waste

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RGGR – Regime Geral de Gestão de Resíduos

RPC – Regulamento dos Produtos de Construção

SDK – SuperDrecksKëscht

UE – União Europeia

1 Introdução

1.1 Enquadramento

Existe uma necessidade de garantir um crescimento económico mais sustentável dado o carácter finito de muitos recursos naturais. Desta forma, é necessário começar a ter uma abordagem diferente sobre a forma como os recursos são utilizados, tentando também evitar a produção de resíduos e, quando tal não for possível, a sua eliminação. É nesta perspetiva que o conceito de economia circular assume relevância, abordando questões relacionadas com a sustentabilidade, garantindo que o valor dos produtos e dos materiais é mantido nos ciclos de vida durante o maior tempo possível.

Sendo um resíduo qualquer substância ou objeto que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, o setor da construção é o setor de atividade económica que produz mais resíduos. Considerando os dados estatísticos sobre a produção de resíduos na União Europeia (UE), o fluxo específico dos resíduos de construção e demolição (RCD) representa cerca de 35% do total (Eurostat, 2018). Além disso, os RCD apresentam diversas particularidades que tornam a sua gestão bastante difícil, designadamente uma constituição heterogénea, com frações de diversas constituições, dimensões, e diferentes níveis de perigosidade. Por sua vez, algumas especificidades do setor, tal como o carácter geograficamente disperso e temporário das obras, dificultam o controlo e a fiscalização do desempenho ambiental das empresas (APA, 2018).

A transição para o paradigma da economia circular tem um grande potencial a nível ambiental, mas também ao nível da competitividade empresarial. Ao reduzir as quantidades de matérias-primas utilizadas e ao promover a utilização de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados, as empresas de construção podem obter mais valor ao utilizarem menos recursos, poupando nos custos dos materiais e na gestão de resíduos, e ao produzirem menos resíduos, reduzem assim a pressão ambiental causada pelo setor.

Por sua vez, a utilização da demolição seletiva, enquanto ferramenta dos processos de construção e demolição que contribui para separar os materiais e os RCD resultantes, com o objetivo de lhes dar outras utilidades, é bastante importante. Através destes processos específicos é possível garantir uma melhor qualidade dos materiais e dos RCD, prevenindo, em primeiro lugar, a sua contaminação com substâncias perigosas. Em segundo lugar, é possível obter maiores quantidades de materiais ou RCD passíveis de serem novamente utilizados, respetivamente através da sua reutilização e valorização.

Desta forma, é necessário perceber quais as principais barreiras para a utilização da demolição seletiva como método de demolição a privilegiar. Apesar de existirem bastantes vantagens que advêm da sua implementação, este continua a não ser o principal método utilizado, pelo que importa perceber as barreiras identificadas pelos principais intervenientes nestes processos, assim como as ações que devem ser desencadeadas para potenciar a sua execução.

1.2 Objetivos

Esta dissertação tem como principais objetivos, por um lado, contribuir para o esclarecimento do conceito de demolição seletiva e identificar as principais barreiras para a sua implementação em Portugal e, por outro lado, conhecer as perceções, o grau de conhecimento e a importância que os intervenientes (*i.e.* engenheiros e arquitetos) atribuem à demolição seletiva. Pretende-se que os resultados do presente trabalho possam contribuir para a promoção da demolição seletiva em Portugal, nomeadamente através da identificação das necessidades dos profissionais da área em termos de informação e sensibilização para as práticas a adotar em obras de demolição.

1.3 Metodologia geral

A primeira fase deste estudo iniciou-se com a realização de uma pesquisa bibliográfica exploratória sobre o fluxo específico dos RCD, focando a análise nos conceitos da demolição seletiva e da desconstrução, por serem dois conceitos que possuem significado idêntico na literatura. Com este objetivo, realizou-se um levantamento e análise dos artigos científicos publicados sobre demolição seletiva ou desconstrução, entre 2008, ano da publicação da Diretiva-Quadro Resíduos (DQR) e 2018, com o objetivo de conhecer a dinâmica das publicações nesta área, quer sobre a sua distribuição temporal, quer sobre a relevância dos temas.

Analisou-se também a importância deste método de demolição para promover uma economia mais circular, através de uma análise da situação europeia, em termos de requisitos existentes, através da avaliação dos países onde estes procedimentos são obrigatórios.

Por outro lado, e para avaliar o conhecimento dos intervenientes sobre esta problemática, recorreu-se a um inquérito por questionário, realizado a uma amostra de empresas de projeto (e projetistas a título individual) e empresas de construção. Este questionário teve como objetivo a obtenção de informações sobre a perceção do conceito de demolição seletiva, assim como sobre as barreiras para a sua execução e as ações necessárias para promover a sua implementação a nível nacional.

1.4 Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada nos seguintes capítulos:

Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo é feita uma breve introdução sucinta ao tema, especificando a relevância da demolição seletiva para uma gestão mais sustentável dos RCD e qual a sua contribuição para a economia circular. São ainda descritos os objetivos, a metodologia geral e a organização da dissertação.

Capítulo 2 - Revisão de literatura

Este capítulo descreve o enquadramento legislativo relativo à economia circular, à problemática da gestão dos RCD e aos aspetos relacionados com a demolição seletiva, sendo realizada uma caracterização da situação nacional.

Capítulo 3 - Metodologia

Este capítulo contempla a descrição da metodologia para atingir os objetivos definidos, designadamente no que se refere à revisão de literatura, à seleção dos casos de estudos, à definição do conceito de demolição seletiva com base na bibliografia e ainda à elaboração do questionário.

Capítulo 4 - Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados referentes ao estudo feito sobre o conceito de demolição seletiva, bem como os casos de estudos relevantes, a nível europeu, para o tema da presente dissertação. São apresentados os resultados do questionário realizado a técnicos de empresas de projeto (e projetistas a título individual) e técnicos de empresas de construção. É apresentada uma análise, com base nas respostas obtidas, sobre os fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva, quais as potenciais barreiras associadas à sua implementação e quais as medidas para a sua promoção.

Capítulo 5 - Conclusão

Este capítulo compreende as principais conclusões da dissertação. São apresentadas orientações relativas a aspetos legais, operacionais e de formação/sensibilização dos intervenientes para implementar a demolição seletiva como método principal de demolição em Portugal. E são ainda apresentadas as principais limitações ao estudo, bem como possíveis desenvolvimentos futuros relacionados com o tema da dissertação.

2 Revisão de literatura

2.1 Economia circular

Hoje em dia existe principalmente um modelo de produção e consumo linear, que se baseia em “extrair, transformar, consumir e descartar”, que permitiu que existisse um crescimento económico nas últimas décadas. Mas, começa a haver evidências claras de crise ambiental, constatando-se que existe um elevado consumo de matérias-primas e uma produção de resíduos excessiva. A nível mundial, observa-se uma produção de cerca de 11 mil milhões de toneladas de resíduos, onde apenas 25% é recuperado (Augusto Mateus & Associados, 2016).

Para garantir um crescimento sustentável num planeta com recursos limitados e serviços ambientais no limite da sua capacidade, é necessário procurar um modo que seja ambientalmente e economicamente sustentável para a sua utilização. Persistir num modelo económico linear não é viável e não corresponde às necessidades da sociedade atual. Apesar de existir um grande esforço para promover a reutilização e a reciclagem e em medidas que têm como objetivo reduzir a necessidade de extração de recursos, os bens de consumo continuam a não ser reaproveitados e são muitas vezes encaminhados para aterro após a sua utilização. Estes fatores fazem aumentar o consumo de recursos e de emissões de gases que são nocivos para o ambiente (CE, 2015; Fraga, 2017).

É neste sentido que os princípios da economia circular garantem que o valor dos produtos e dos materiais é mantido durante o maior tempo possível, atendendo às necessidades humanas, e distribui de forma justa os recursos, sem causar prejuízos no funcionamento da biosfera e sem transpor os limites físicos do planeta. Neste modelo a produção de resíduos e a utilização de recursos são reduzidas ao mínimo e, ao atingirem o final da sua vida útil, os recursos são mantidos na economia para serem reutilizados ou reciclados e gerar valor (CE, 2015).

A promoção da economia circular na UE apresenta políticas e estratégias bem definidas na área do consumo e na gestão. A competitividade da UE irá ser impulsionada pela economia circular de forma a evitar a escassez de recursos e a volatilidade dos preços, ajudando as empresas na criação de novas oportunidades empresariais e em formas inovadoras e eficazes de produzir e consumir. O modelo de economia circular reconsidera as práticas económicas da sociedade dos dias de hoje e baseia-se no princípio de “fechar o ciclo de vida” dos produtos, tendo como principais objetivos garantir a eficiência de recursos e minimizar a quantidade de emissões e resíduos que são produzidos de forma indesejada (CE, 2015; Fraga, 2017).

Este modelo pretende promover a criação de postos de trabalho locais, abrangendo todos os níveis de habilitações, e ainda criar oportunidades de integração e coesão social. Pode ainda criar inovações que trazem vantagens do ponto de vista concorrencial e promove um nível elevado de proteção dos seres humanos e do ambiente. Fornece igualmente aos consumidores produtos com maior durabilidade e que são inovadores, o que permite reduzir os custos e promover uma melhor qualidade de vida. Além disso, é possível diminuir os gastos de energia e

criar a oportunidade de controlar a utilização de recursos de forma a evitar danos irreversíveis originados pela sobre-exploração de recursos que supera a capacidade da Terra para os renovar, relativamente ao clima, à biodiversidade e à poluição do ar, do solo e da água. O modelo promove as relações entre as empresas de forma a desenvolver a sua interação para que os resíduos de uma entidade possam ser utilizados por outra no processo de produção, ou até utilizados pelas próprias nos seus ciclos de produção, como é muitas vezes viável no setor da construção (CE, 2015; Fraga, 2017).

A economia circular traz a oportunidade de valorizar materiais que antes eram encaminhados para aterro levando a uma perda de materiais que poderiam ser reutilizados e reciclados. A Figura 2.1 mostra as diferentes fases do modelo da economia circular transversal a diversos setores de atividade, onde também se inclui o setor da construção, focado nas oportunidades de redução de custos e da dependência de recursos naturais como única fonte de obtenção de matérias-primas. O principal objetivo consiste em maximizar a utilização de materiais através da recolha e da respetiva reutilização, assim como da reciclagem dos resíduos. Assim, existe também uma redução da quantidade de resíduos que são produzidos, sendo uma solução onde o sistema ambiental e todos os intervenientes beneficiam (Akanbia *et al.*, 2017).

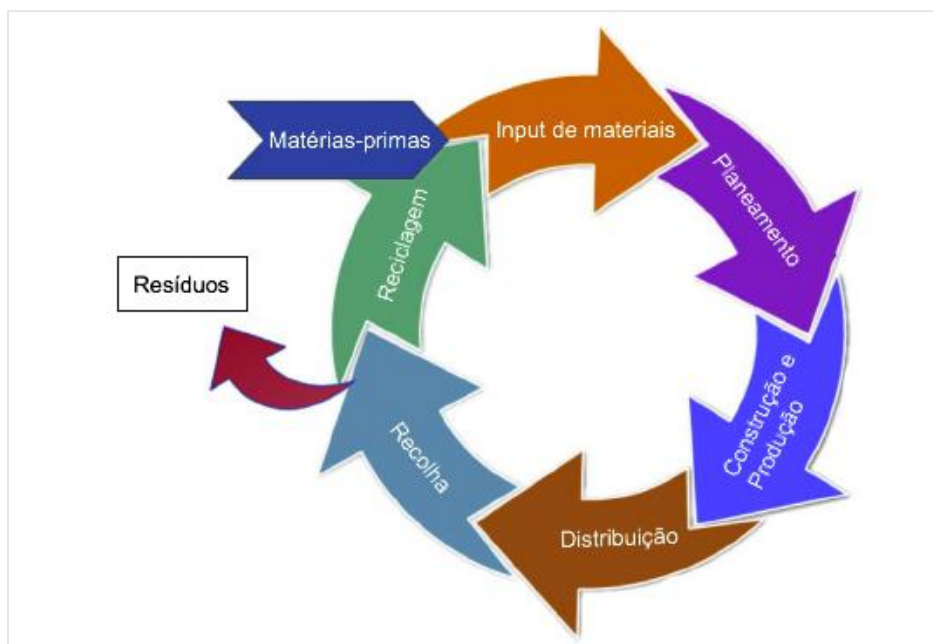


Figura 2.1 Diferentes fases do modelo de economia circular (Fonte: adaptado de Akanbia *et al.*, 2017)

Globalmente, o setor da construção é responsável pela utilização de cerca de 40% dos recursos, incluindo 12% da utilização de água e é responsável pela produção de cerca de 35% do total de resíduos produzidos. O setor emprega mais de 10% dos trabalhadores a nível mundial. Na UE, o setor da construção assegura 18 milhões de postos de trabalho diretos e gera 9% do PIB. Os RCD constituem o maior fluxo de resíduos da UE, representando cerca de um terço do total de resíduos produzidos. Atendendo ao elevado volume de resíduos produzidos e com uma

urbanização crescente, construir de forma sustentável é essencial para um desenvolvimento sustentável (CE, 2016a; UNEP, 2012).

Por sua vez, a construção circular de elevada qualidade necessita do envolvimento de todos os intervenientes do setor da construção, em que os arquitetos e os proprietários têm a oportunidade de decidir se um edifício será demolido, reabilitado ou até ter uma nova utilização. Os fornecedores podem criar materiais de construção mais sustentáveis e os intervenientes do processo de demolição podem assegurar que os materiais de construção sejam reutilizados e os RCD reciclados. Todos os intervenientes no setor da construção, do proprietário ao licenciador, ao arquiteto e às empresas de construção, necessitam de adotar princípios circulares para que a construção circular possa ser um sucesso (ING, 2017).

Ao nível do enquadramento legal e de políticas, o Pacote da Economia Circular, adotado pela Comissão Europeia, a 2 de dezembro de 2015, veio proporcionar a transição para uma economia mais circular na UE. Este pacote apresenta propostas legislativas sobre resíduos, com objetivos a longo prazo, para reduzir a deposição em aterro e aumentar a reciclagem e a reutilização. Além disso, o pacote inclui um plano de ação com o objetivo de apoiar a economia circular em cada fase da cadeia de valor, para fechar o ciclo de vida dos produtos (CE, 2017). São também incluídas medidas em domínios como a inovação e o investimento para estimular a transição para uma economia circular (CE, 2015).

Os benefícios associados à economia circular incluem a redução do consumo de energia e dos níveis de emissões de dióxido de carbono. Consequentemente, a economia circular apresenta fortes sinergias com os objetivos da UE para o clima e a energia. Da mesma forma, é essencial para apoiar os compromissos assumidos pela UE no âmbito da sustentabilidade, e principalmente para obter os objetivos do desenvolvimento sustentável, nomeadamente garantir padrões sustentáveis de consumo e produção (CE, 2017).

Em Portugal, as orientações para a economia circular foram estabelecidas pelo documento orientador Liderar a Transição – Plano de Ação para a Economia Circular, consubstanciado na Resolução de Conselho de Ministros n.º 190-A/2017, de 11 de dezembro. Este documento refere que em Portugal, o setor da construção está identificado como um setor de extrema importância para se atingirem os objetivos da economia circular. Além disso, pretende-se concretizar os objetivos através das Agendas Regionais das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR).

Com efeito, e de acordo com Augusto Mateus & Associados (2016), o setor da construção é o setor da atividade económica que, a nível nacional, apresenta maior potencialidade para a circularidade (Figura 2.2), sendo por esta razão essencial procurar novas formas de construção e começar a prevenir a produção de resíduos associados a este setor. Deste modo, é necessário proceder-se a uma gestão mais adequada dos RCD e de materiais reciclados provenientes do setor.

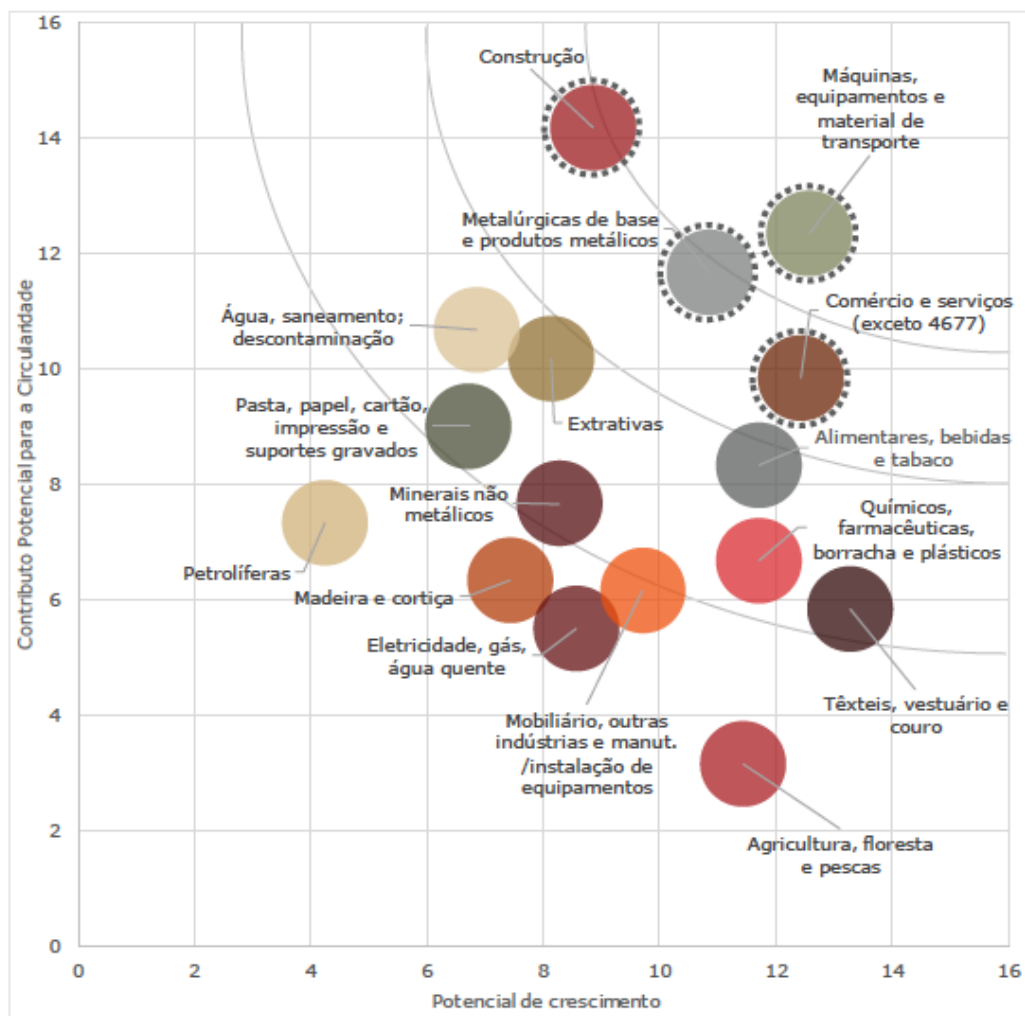


Figura 2.2 Setores com maior contributo potencial para a circularidade, em Portugal (Augusto Mateus & Associados, 2016)

É bastante importante ter em conta a separação dos resíduos na origem, incluindo para os RCD, considerando pelo menos dois grupos: resíduos perigosos e resíduos não perigosos. Só assim é possível recuperar uma maior quantidade de materiais pois não existe contaminação na origem dos materiais não perigosos. O tratamento correto de resíduos perigosos pode levar a grandes benefícios tanto para a sustentabilidade como para a qualidade de vida. Além disso, os setores da construção e de tratamento de resíduos podem beneficiar bastante já que contribui para o aumento da procura de materiais de construção e demolição reciclados (CE, 2016).

2.2 Problemática dos resíduos de construção e demolição

De acordo com o Regime Geral de Gestão de Resíduos (RGGR) (artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho), os RCD correspondem aos resíduos provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edifícios. Recentemente, com a publicação da Diretiva 2018/851, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de maio (alteração à Diretiva-Quadro Resíduos (DQR), a Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro), a definição de RCD inclui todos os resíduos provenientes de atividades de construção e demolição, considerando também os resíduos provenientes de pequenas atividades de bricolagem que envolvam atividades de construção e demolição em habitações particulares. Esta alteração à DQR ainda não consta dos diplomas legais nacionais, mas a sua inclusão deverá ser feita até 5 de julho de 2020.

Importa ainda esclarecer que o conceito de RCD é muitas vezes confundido com o conceito de agregado reciclado, onde um agregado reciclado é um material granular utilizado na construção, resultante do processamento de materiais inorgânicos anteriormente utilizados na construção (Vieira & Lopes, 2018a).

A constituição dos RCD é muito heterogênea podendo conter uma grande variedade de materiais. Os diferentes tipos de resíduos, atendendo à sua origem e composição, são definidos pela Lista Europeia de Resíduos (LER), publicada pela Decisão 2014/955/UE, de 18 de dezembro (com aplicação direta em Portugal desde 1 de julho de 2015), da Comissão Europeia, revogando o anexo I da Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, até então em vigor. Os resíduos são classificados em 20 capítulos. Inicialmente são identificados através da origem de produção dos resíduos (fonte geradora) e, caso não seja possível, é necessário recorrer-se ao tipo de resíduo. Em conformidade com a definição de RCD anteriormente apresentada, estes resíduos são catalogados no capítulo 17 da LER. Os resíduos são identificados na LER com códigos de seis dígitos, por sua vez agrupados, de acordo com as suas características, em subcapítulos (códigos de quatro dígitos, sendo que os dois primeiros dizem respeito ao código do capítulo). Para os RCD, os grandes grupos que os constituem (subcapítulos), são os apresentados na Tabela 2.1 (APA, 2017).

Os RCD são resíduos com origem em intervenções de construção e/ou demolição, incluindo fluxos específicos de resíduos neles contidos, que devem seguir as regras específicas de gestão referentes aos respetivos fluxos. Além disso, os resíduos urbanos ou mistura de resíduos provenientes da obra com outros resíduos de origem distinta, não se incluem nesta categoria. Então, como estes não se restringem ao capítulo 17 da LER, constata-se que é possível abranger outros códigos, como é o caso dos resíduos de embalagens (capítulo 15 da LER) produzidos em obra, sendo estes também um fluxo específico de resíduos (APA, 2017).

Tabela 2.1 Subcapítulos do capítulo 17 da LER, correspondente a resíduos de construção e demolição

Subcapítulo LER	Descrição
17 01	Betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
17 02	Madeira, vidro e plástico
17 03	Misturas betuminosas, alcatrão e produtos de alcatrão
17 04	Metais (incluindo ligas)
17 05	Solos*, rochas e lamas de dragagem
17 06	Materiais de isolamento e materiais de construção contendo amianto
17 08	Materiais de construção à base de gesso
17 09	Outros resíduos de construção e demolição

* Incluindo solos escavados de locais contaminados

Os resíduos de construção são principalmente provenientes de alterações do projeto, de sobras de materiais de construção, das suas embalagens, materiais danificados e de todos os outros resíduos típicos das atividades realizadas num estaleiro. Quando as construções deixam de responder às necessidades para que foram criadas, recorre-se à demolição, seja tradicional ou seletiva. É importante referir que a maior contribuição para a deposição de RCD em aterro surge quando o edifício chega ao fim da sua vida útil, na fase de demolição. É nesta fase que é produzido um maior volume de resíduos, relativamente a qualquer outra fase do seu ciclo de vida. Logo, é nesta fase que surge um elevado potencial de reciclagem, devido à produção de grandes quantidades de resíduos, nomeadamente de resíduos inertes (classificados no subcapítulo 17 01 da LER) (Level, 2016; Lopes, 2013).

Os resíduos de construção e demolição são o tipo de resíduos que apresentam um dos valores mais elevados de produção. O setor da construção produz cerca de 35% de todos os resíduos (Figura 2.3). É possível verificar que existem materiais com elevado valor que nem sempre são detetados e por consequência não são recuperados. A possibilidade de melhorar a gestão destes resíduos pode ter um grande impacto na economia circular (CE, 2015).

Estes resíduos apresentam diversas singularidades que tornam a sua gestão mais complicada. Deste modo, é necessário compreender a sua constituição. Atendendo às suas características, os RCD dividem-se em três grupos (Vieira & Lopes, 2018a; Costa, 2014):

- Resíduos inertes: são resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes, não são solúveis nem inflamáveis, não são biodegradáveis e que não metem em perigo a qualidade da água. Exemplos de RCD inertes são o betão, argamassa, tijolos, telhas, ladrilhos, azulejos, loiças sem tintas e pedras. Dos diferentes materiais, os inertes são os que apresentam valores de produção mais relevantes (Figura 2.4);

- Resíduos não inertes (e não perigosos): são resíduos que podem sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas ao longo do tempo. Exemplos de RCD não inertes são o papel, o cartão, a madeira e o plástico;
- Resíduos perigosos: são resíduos que apresentam uma ou mais características de perigosidade para a saúde ou para o ambiente. É o caso de algumas tintas, solventes e o do amianto.

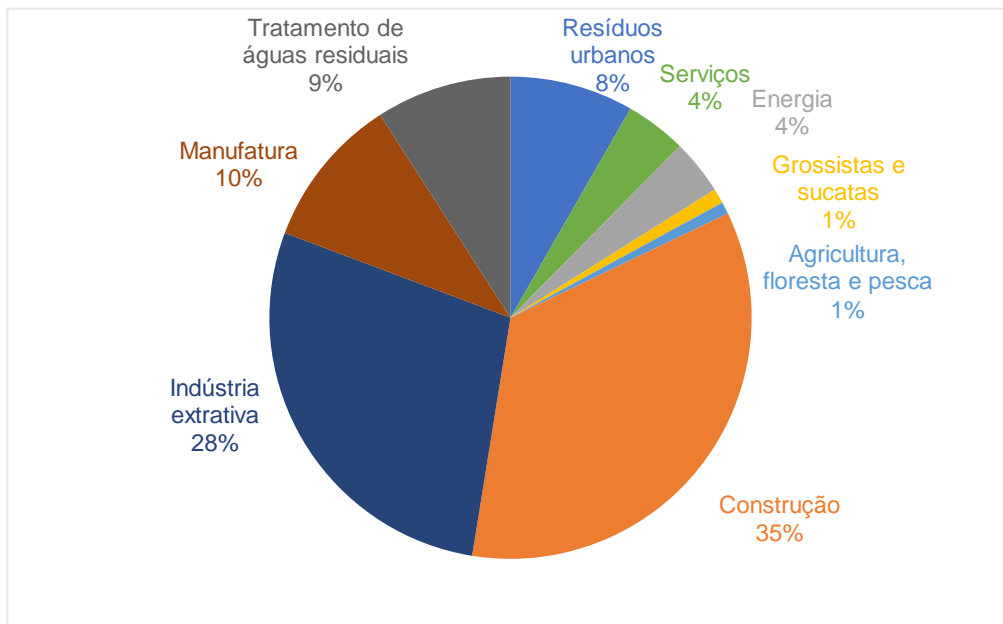


Figura 2.3 Produção de resíduos na EU, por setor de atividade (Eurostat, 2018)

A composição física variada dos RCD deve-se a fatores como a época de construção, origem da produção e as práticas locais de construção. Esta variabilidade condiciona a sua valorização pelo que uma triagem adequada e uma seleção do processo de preparação apropriada tornam-se requisitos básicos a considerar na produção de agregados reciclados de qualidade e de valor acrescentado.

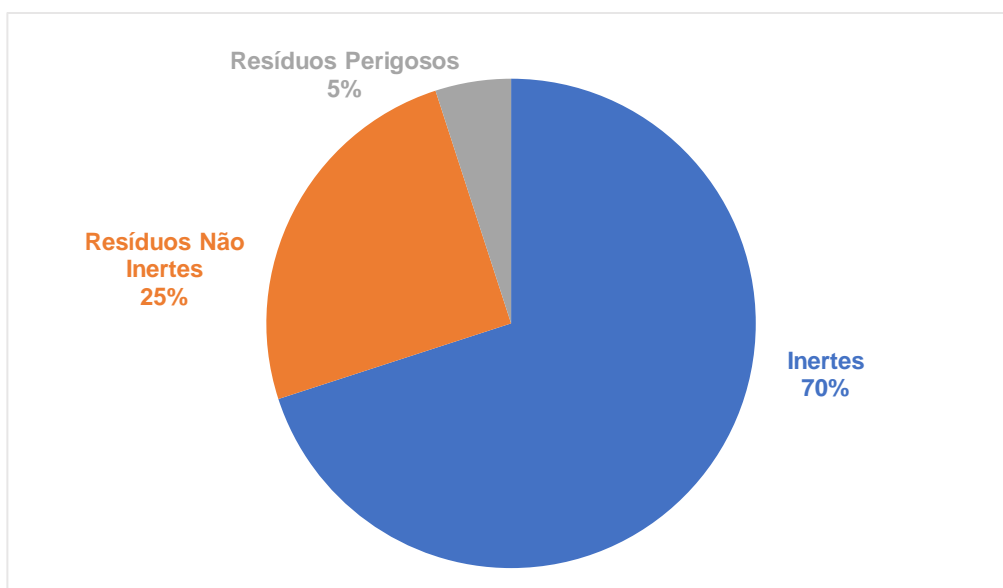


Figura 2.4 Composição física dos RCD, em Portugal (Martinho *et al.*, 2015)

Os RCD foram identificados pela UE como um fluxo específico de resíduos prioritário devido ao impacto ambiental que geram e ao seu elevado potencial de reutilização e reciclagem. A publicação da DQR veio exigir também um cumprimento de metas exigentes, nomeadamente “um aumento mínimo de 70%, em peso, até 2020, relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material, incluindo operações de enchimento que utilizem resíduos como substituto de outros materiais, RCD não perigosos, com exclusão dos materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da LER” (Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, 2008). Esta meta foi transposta para Portugal através da alteração ao RGGR efetuada pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho.

A 12 de março de 2008 foi publicado o Decreto-Lei n.º 46/2008, que estabelece o regime das operações de gestão dos RCD. Este diploma veio providenciar requisitos para a criação de condições legais que privilegiam a prevenção da produção e da perigosidade, o recurso à triagem na origem, à reciclagem e a outras formas de valorização de resíduos de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, compreendendo a sua prevenção e reutilização e as suas operações de recolha, transporte, armazenamento, triagem, valorização e eliminação.

Em concordância com o RGGR (artigo 5.º) e com o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março (artigo 3.º) a gestão dos RCD é da responsabilidade de todos os intervenientes no seu ciclo de vida, desde o produto original até ao resíduo produzido. Caso não seja possível proceder-se à determinação do produtor, a responsabilidade recai sobre o seu detentor. Desta forma, a responsabilidade pela gestão dos RCD por parte do produtor, detentor, ou municípios, só cessa quando estes são entregues a operadores de gestão de resíduos devidamente licenciados ou a entidades gestoras responsáveis pela gestão de fluxos específicos de resíduos. É importante referir que o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março (artigo 3.º) especifica que a gestão dos

RCD produzidos em obras não sujeitas a controlo prévio são da responsabilidade das entidades que procedem à gestão dos resíduos urbanos.

A gestão dos RCD, tal como a gestão dos resíduos no geral, deve assegurar o prolongamento do ciclo de vida dos materiais através da sua reutilização ou reciclagem ou, não sendo viável a adoção de nenhuma destas estratégias, proceder-se a outras formas de valorização, como a valorização energética, antes de se considerar operações de eliminação, como a deposição em aterro. O Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março refere que os RCD são obrigatoriamente objeto de triagem em obra para encaminhamento para reciclagem ou outra forma de valorização. É ainda descrito que se não for possível efetuar uma triagem dos RCD na obra, é obrigatório o produtor encaminhar os resíduos para um operador de gestão licenciado para esse efeito. Relativamente à deposição de RCD em aterro, apenas será permitida depois da devida triagem dos mesmos.

Neste contexto, e no seguimento da Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020 (Resolução de Conselho de Ministros n.º 141/2008, de 26 de outubro, referente ao conjunto de medidas a adotar para efeitos da promoção da utilização mais sustentável de recursos e de soluções circulares na Administração Pública), a Agência Portuguesa do Ambiente publicou, em abril de 2019, o documento técnico complementar “Boas práticas para a promoção do uso sustentável do plástico e de soluções circulares”. Este documento, em linha com a Resolução de Conselho de Ministros mencionada, prevê a inclusão expressa, nas empreitadas de obras públicas, da obrigatoriedade de cumprimento do disposto no Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março. Além disso, o documento define um conjunto de boas práticas que as entidades adjudicantes de obras públicas devem reforçar nas peças procedimentais da contratação, nomeadamente (APA, 2019):

- Nos projetos de renovação ou demolição deve ser promovida a demolição seletiva, facilitando a reutilização e a reciclagem de alta qualidade através da remoção seletiva de materiais;
- Deve ser dada especial atenção aos resíduos perigosos, que devem ser removidos de forma correta e sistemática antes da demolição;
- Garantir a integridade dos resíduos/materiais durante o transporte, do desmantelamento à reciclagem;
- Minimizar os materiais de embalagem tanto quanto possível;
- Assegurar sistemas de triagem de resíduos de construção e demolição, pelo menos, para a madeira, as frações minerais (betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, pedra), o metal, o vidro, o plástico e o gesso.

Por sua vez, a publicação do Protocolo de Gestão de RCD da UE, em 2016, salienta ainda que o planeamento da gestão dos diversos tipos de resíduos durante as várias fases do processo de construção é de extrema importância e reduzirá os custos dos processos posteriores. Além disso, a adoção de medidas de monitorização e controlo durante todo o processo de construção permite uma gestão adequada e a realização de correções ao longo de todo o processo (CE, 2016).

As operações de gestão de resíduos são realizadas de acordo com as normas técnicas relativas à eliminação ou redução do perigo para a saúde humana e para o ambiente causado pelos resíduos. Nesta linha de raciocínio, a utilização de RCD em obra tem de cumprir as normas técnicas nacionais e comunitárias aplicáveis. Na ausência destas normas, são aplicadas as especificações técnicas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). O LNEC disponibiliza no seu portal as especificações técnicas sobre RCD e respetivas aplicações, indicadas em seguida, as quais traduzem as utilizações potenciais mais comuns no sector da construção civil, permitindo dar resposta às principais necessidades dos operadores e agentes do sector (LNEC, 2016):

- E 471-2009: Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos;
- E 472-2009: Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central;
- E 473-2009: Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos;
- E 474-2009: Guia para a utilização de RCD em aterro e camada de leito de infraestruturas de transporte;
- E 483-2016: Guia para a utilização de agregados reciclados provenientes de misturas betuminosas recuperadas para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários;
- E 484-2016: Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em caminhos rurais e florestais;
- E 485-2016: Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em preenchimento de valas.

É importante realçar que é responsabilidade das entidades responsáveis pelo tratamento garantir a boa qualidade dos materiais admitidos e a eliminação de substâncias perigosas durante o processo. Após o processamento de RCD, segue-se o controlo de produção de agregados reciclados, onde a frequência, tipo de amostragem e tipos de ensaios devem estar bem definidos de modo a assegurar que toda a produção na UE é controlada através dos mesmos ensaios, realizados de acordo com as mesmas normas (Vieira & Lopes, 2018b).

Quando o produto final se destina a ser incorporado na construção, deve ser submetido aos ensaios previstos nas normas harmonizadas relativas aos produtos e nos Documentos de Avaliação Europeus ao abrigo do regulamento relativo aos produtos de construção. O Regulamento dos Produtos de Construção (RPC) – Regulamento n.º 305/2011, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011 –, prevê regras harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção e instrumentos de avaliação de desempenho. Este regulamento revogou a Diretiva n.º 89/106/CEE do Conselho, de 21 de dezembro de 1988, conhecida como Diretiva dos Produtos de Construção (DPC). O portal do LNEC disponibiliza informação sobre a DPC e a marcação CE, desde o início dos anos 2000, com o objetivo de impulsionar alterações de procedimentos relativamente às práticas dos diversos agentes da construção (Vieira & Lopes, 2018b; LNEC, 2019).

Desde 1 de julho de 2013, data em que entrou em vigor o RPC, a marcação CE de produtos de construção começou a reger-se por este, introduzindo algumas alterações em relação à prática da DPC. Apesar disso, o LNEC reduziu a informação disponibilizada no seu portal pois considera que o conhecimento do meio técnico nacional sobre o assunto é maior e porque o RPC é de aplicação direta nos Estados-Membros. Por outro lado, a Comissão Europeia disponibiliza no seu sítio da internet informações sobre o regulamento e apresenta um documento dedicado apenas à marcação CE dos produtos de construção (LNEC, 2019).

Os produtos de construção abrangidos pelas normas harmonizadas europeias devem ser acompanhados de uma declaração de desempenho e apresentar a marcação CE. A marcação CE significa a conformidade do produto de construção com o desempenho declarado pelo fabricante, criando condições para a livre circulação desses produtos em todo o Espaço Económico Europeu e na Turquia. Ao colocar a marcação CE num produto de construção, os fabricantes indicam que assumem a responsabilidade pela conformidade do produto com o desempenho declarado. A aplicação da marcação CE pode promover a utilização de materiais reciclados provenientes da construção e demolição, pois dá confiança aos utilizadores sobre a sua qualidade, reforçando a confiança no processo de gestão dos RCD e na qualidade dos materiais (Vieira & Lopes, 2018b).

A prevenção da produção de resíduos é sustentada pela DQR, transposta pelo RGGR, que refere que todo o ciclo de vida dos produtos deve ser considerado. Desta forma, não pode ser considerada apenas a fase de produção de resíduos. É ainda referido que os impactes associados à produção e gestão de resíduos devem ser reduzidos. A DQR estabelece a prevenção e gestão de resíduos como forma de dar continuidade ao ciclo de vida dos materiais. Sendo assim, torna-se fundamental para evoluir no sentido de uma economia circular.

A publicação do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março (especificamente o artigo 6º), criou a possibilidade de reutilização de solos e rochas não contendo substâncias perigosas, preferencialmente utilizados nas obras de origem, diminuindo assim a necessidade de utilização de recursos naturais. Previu-se ainda que, em caso de não ser possível utilizar na obra de origem, a reutilização de solos e rochas seria possível em outras obras, bem como na recuperação ambiental e paisagística de pedreiras, na cobertura de aterros de resíduos ou em locais licenciados pelas câmaras municipais.

E ainda, de acordo com o estabelecido no RGGR, na redação do Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, é obrigatória, sempre que tecnicamente exequível, a utilização de, pelo menos, 5% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados, relativamente à quantidade total de matérias-primas usadas em obra, no âmbito da contratação de empreitadas de construção e de manutenção de infraestruturas ao abrigo do Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 111-B/2017, de 31 de agosto, com posteriores alterações. Através de um estudo feito em 2017, verifica-se que o potencial de cumprimento da meta é bem superior aos 5% para empreitadas de ampliação ou expansão (Martinho, et al., 2017).

Atualmente existem diversos sistemas de reciclagem de materiais, mas a reciclagem de RCD continua limitada a certos tipos de resíduos. Considerando um material reciclável, existem três áreas que necessitam de ser tomadas em consideração: a economia, a compatibilidade com outros materiais e as propriedades do material. Relativamente à economia, a reciclagem de RCD torna-se atraente quando o material reciclado é competitivo com os recursos naturais, não apenas no custo, mas também na quantidade e qualidade (Mália, 2010).

Em Portugal existe uma abundância de agregados naturais com boa qualidade para o fabrico de materiais de construção, o que faz com que o seu preço seja competitivo face aos agregados reciclados, constituindo este um entrave da utilização de agregados reciclados no setor da construção. Esta realidade contrasta com as práticas de outros países, onde a reciclagem de RCD é mais competitiva, pois não existem agregados naturais suficientes ou com qualidade aceitável. Este facto é confirmado por países como a Dinamarca e Holanda, com taxas de reciclagem de RCD superiores a 90%. Nestes países a escassez de matérias-primas levou a que se tornassem pioneiros na recuperação de RCD (Mália, 2010).

Em Portugal, observava-se em 2004 que 85% do total de RCD produzidos correspondiam a obras de demolição/reabilitação (Figura 2.5). Os valores apresentados poderão ter sofrido alterações, onde os valores relativos aos RCD provenientes da reabilitação irão ser superiores. Este facto deve-se à alteração da dinâmica do setor da construção desde 2004, que devido à crise em Portugal, proporcionou um impulso no setor principalmente na área da reabilitação.

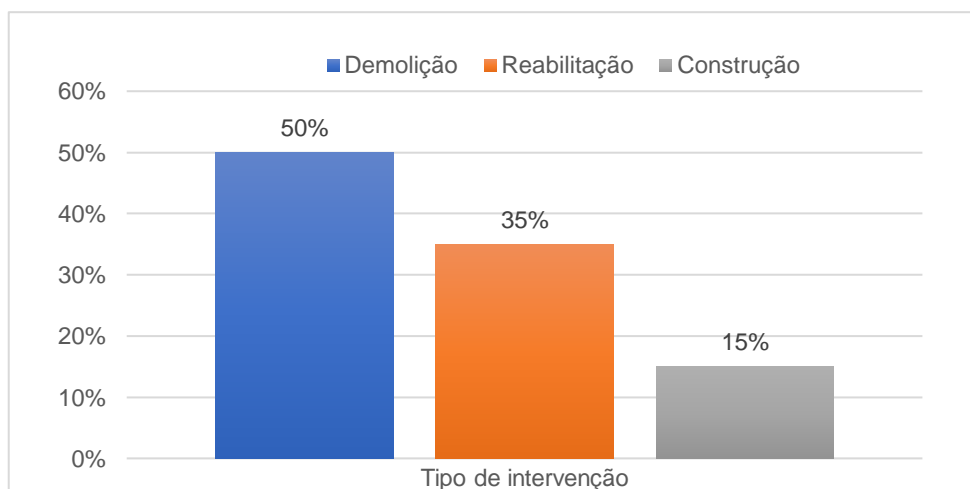


Figura 2.5 Quantidade de RCD produzidos por atividade do setor da construção (Ruivo & Veiga, 2004)

Atualmente, a reutilização de materiais de construção de baixa qualidade ocorre porque, no passado, na fase de projeto, não se considerou a possível reutilização destes materiais. Além disso, recursos que são frequentemente utilizados no setor da construção, como a areia, são abundantes, o que mantém os preços muito baixos, tornando a sua utilização menos atraente. Portanto, por vezes a circularidade de materiais de elevada qualidade é tecnicamente e economicamente pouco atraente (ING, 2017).

Contudo, a quantidade de materiais de construção que são reutilizados ou de RCD que são reciclados em Portugal é ainda diminuta, e verifica-se que existem deposições ilegais deste tipo de resíduos por todo o país (Costa, 2014). Num estudo feito em 2013 referente à Região Norte Interior de Portugal, verificou-se que dos 27 municípios inquiridos, 10 municípios afirmaram ter conhecimento de deposições ilegais de RCD. Mostra-se assim que deposição ilegal de RCD continua a ser uma prática recorrente em Portugal (Martinho *et al.*, 2013).

2.3 Demolição seletiva

2.3.1 Conceito e importância

Ao realizar uma análise exploratória na literatura sobre o conceito de demolição seletiva (ou desconstrução, uma vez que é um termo idêntico utilizado para expressar o mesmo tipo de métodos de demolição), verifica-se que tem vindo a sofrer alterações ao longo do tempo, diferindo de acordo com diferentes autores. Deste modo, verificou-se que o conceito varia desde a fase de projeto até à fase de obra e apresenta diversos objetivos, nomeadamente separar os materiais/RCD com substâncias perigosas ou apenas separar materiais reutilizáveis ou RCD recicláveis.

Com base nas várias definições presentes no capítulo 4, referente à apresentação dos resultados, demolição seletiva pode ser definida como o desmantelamento sistémico de uma edificação e implica a sequenciação das atividades de demolição com o objetivo de maximizar a recuperação de matérias e componentes para reutilização ou de resíduos para valorização, sobretudo reciclagem. Devido às características dos RCD, e com o propósito de aumentar a eficiência de gestão dos RCD, é então necessário procurar ferramentas para permitir otimizar os sistemas de demolição com o objetivo de reduzir o impacto do setor da construção (Lourenço & Brito, 2008a).

A demolição seletiva é realizada, normalmente, em duas fases. A primeira é caracterizada pelo desmantelamento rigoroso dos materiais de construção afetos ao recheio das construções, e é executada recorrendo principalmente a técnicas manuais que envolvem a utilização de pequenos equipamentos, como martelos pneumáticos. A segunda diz respeito à demolição da estrutura principal do edifício, separando os materiais que a constituem (Lourenço & Brito, 2008a). A separação de materiais é efetuada de acordo com as suas características, de forma segura e eficiente, minimizando poeiras, ruído e vibrações. A demolição seletiva admite a implementação de sistemas de recolha seletiva de resíduos no local da sua produção com vista à sua máxima valorização.

Neste contexto, reutilizar e reciclar são estratégias de minimização da produção de resíduos e oferecem diversos benefícios, destacando-se os seguintes (CE, 2014; Mália, 2010):

- Reduzir a procura de novos materiais, pois o setor da construção apresenta uma procura de 50% de matérias-primas (Figura 2.6);
- Reduzir as emissões de CO₂, pois o setor da construção contribui com 5% das emissões totais de CO₂ na UE (Figura 2.7);
- Possibilidade de utilizar resíduos de outra forma, evitando a sua deposição em aterro.

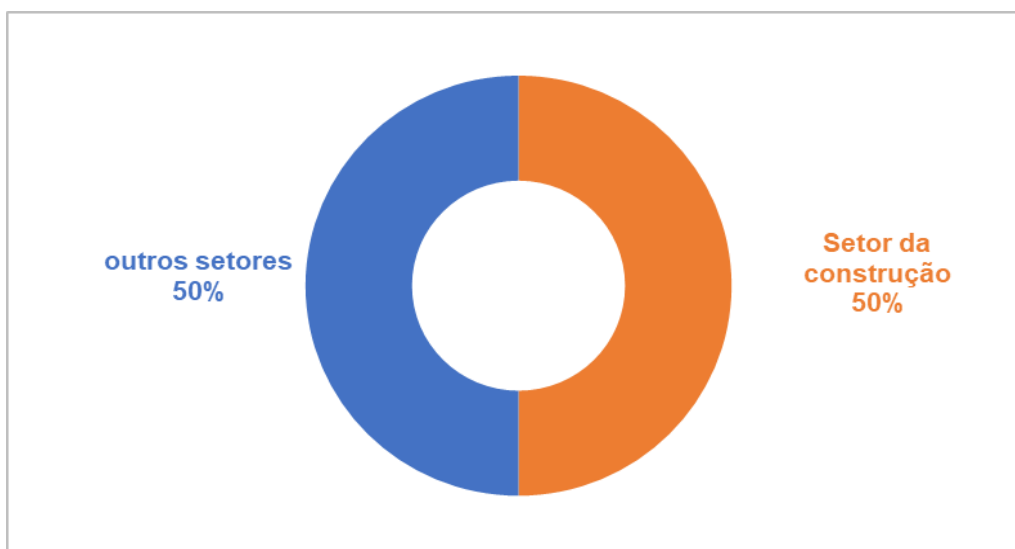


Figura 2.6 Extração de matérias-primas, por setor de atividade (CE, 2014)

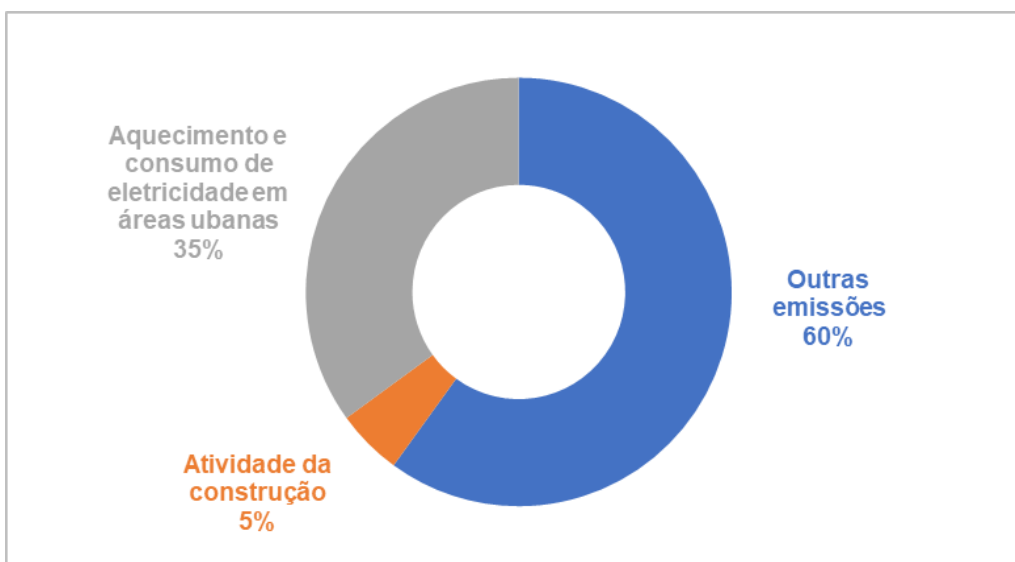


Figura 2.7 Origem das emissões totais de CO₂, na UE (adaptado de ING, 2017)

Em cada fase do processo de demolição é necessário utilizar-se a técnica que melhor se adequa tendo em vista o objetivo que se pretende, obedecendo aos critérios de otimização de tempo, recursos e condições de segurança (Lourenço & Brito, 2008a).

Definir demolição seletiva por um único modelo ou procedimento não é possível pois, à semelhança com a demolição tradicional, são utilizadas diversas técnicas e medidas de segurança para o desmantelamento de cada construção, adequando o processo a cada caso específico. Em contraste, a demolição tradicional difere no objetivo e, consequentemente, difere no método (Lourenço & Brito, 2008b), e conduz à redução dos benefícios ambientais associados.

2.3.2 Barreiras de aplicação

Atualmente existem diversos fatores que dificultam a implementação da demolição seletiva como uma ferramenta mais consistente para a redução da produção de resíduos e para a conservação de recursos (Lopes, 2013). Comparativamente à demolição tradicional, que é caracterizada por ser uma demolição sem separação de RCD na fonte, a demolição seletiva é um processo mais moroso e poderá ser mais dispendioso (LNEC, 2016). Embora estes argumentos sejam legítimos, existem formas de os mitigar. Segundo Jacoby (2001) os fatores que dificultam a implementação da demolição seletiva, como método a utilizar em detrimento da demolição tradicional, prendem-se com a falta de incentivos por parte do governo. Além disso, refere as restrições de tempo, pois muitas vezes o dono de obra pretende que os trabalhos de demolição sejam feitos num período curto, descartando a hipótese de recorrer à demolição seletiva.

É importante referir que o atual sistema de construção não permite atingir o objetivo máximo de reaproveitar todos os RCD. As ligações entre elementos de construção e os materiais que os constituem, bem como a singularidade de cada construção, não permite que o desmantelamento e a separação de materiais e dos RCD seja efetuado utilizando sistemas mais simples (Lourenço & Brito, 2008b). Do mesmo modo, a quantidade e qualidade dos materiais e dos RCD obtidos de cada operação de construção ou demolição variam bastante, o que pode resultar num desincentivo para a justificação do planeamento da aplicação deste método. Embora existam casos de demolição seletiva em Portugal, este não é o principal método utilizado, mas sim a demolição tradicional. Este facto deve-se principalmente à falta de obrigatoriedade legal e a constrangimentos económicos, e não devido à falta de meios ou capacidade técnica (Lourenço, 2007).

Apesar de se considerar que a demolição seletiva é mais dispendiosa em relação à demolição tradicional, é um método que cria oportunidades e vantagens económicas relativamente à gestão de RCD. A viabilidade económica depende do custo da demolição, bem como do custo da gestão de resíduos. Em Portugal, existe a possibilidade de depositar RCD em aterros com custos reduzidos. Ainda que seja obrigatório a execução de uma triagem *a priori*, este facto leva a que a demolição seletiva continue a não ser a solução mais atrativa numa perspetiva económica (Lourenço, 2007). No entanto, dados recentes que comparam o custo associado à gestão de RCD de uma demolição com triagem na fonte versus uma demolição sem triagem, verifica-se que poderão existir, em determinadas circunstâncias, benefícios associados à triagem dos RCD no local de obra, encaminhando-os posteriormente para operadores de gestão de resíduos licenciados (Lima, 2019).

Para tornar a demolição seletiva uma prática comum, é necessário existir incentivos que podem ocorrer através de nova legislação, contratos para projetos de demolição seletiva ou através de apoio financeiro (Lopes, 2013). Em suma, Brito *et al.* (2001) apresenta as desvantagens da demolição seletiva que podem resumir-se em:

- Pressupõe maior morosidade na execução da fase de demolição;

- Pode causar um aumento dos custos em determinadas condições (triagem e tratamento de resíduos);
- Promove a utilização de métodos de demolição com incorporação de mão de obra intensiva e pode requerer a necessidade de utilizar mão-de-obra especializada;
- Conduz à necessidade de utilizar, em determinadas condições, instalações de reciclagem de RCD, fixas ou móveis;
- Pode propiciar a necessidade de utilizar equipamento especializado, pouco utilizado em métodos de demolição tradicional;
- Requer mais espaço disponível no estaleiro das obras, para a gestão dos materiais a recuperar e dos RCD a triar e tratar.

2.3.3 Benefícios associados

Apesar dos benefícios intrínsecos à demolição seletiva, é necessário aumentar a consciência sobre a importância da sua implementação em detrimento da demolição tradicional, pois continua a não ser o processo mais utilizado. Logo, é necessário transmitir a sua importância perante todos as partes envolvidas no processo de construção, dando especial atenção aos donos de obra, projetistas e empreiteiros (Mália, 2010).

A demolição seletiva aumenta substancialmente a quantidade de materiais passíveis de serem reaproveitados e de resíduos de serem valorizados. É importante referir que, de acordo com o enquadramento legal para os RCD, é obrigatório proceder-se à sua triagem previamente à deposição em aterro, requisito que pretende contribuir para um incremento da reciclagem ou de outras formas de valorização e, concomitantemente, para a minimização das quantidades cujo destino é a eliminação (APA, 2017).

A reutilização e a reciclagem de materiais traduzem-se em enormes benefícios ambientais. Como visto anteriormente, o setor da construção é responsável pelo consumo e extração de grande parte das matérias-primas, consumindo uma elevada quantidade de energia e sendo responsável pela emissão de grandes quantidades de gases prejudiciais ao ambiente. Desta forma, incentivar a reutilização de materiais e a reciclagem de RCD ajuda a mitigar os impactos causados pelo setor da construção (Lopes, 2013).

A demolição seletiva abre caminho para a revalorização e reutilização de materiais de construção e elementos construtivos, propiciando o desenvolvimento da economia circular no setor da construção. De outra forma seriam considerados resíduos sem utilização e encaminhados para locais de armazenamento, que muitas vezes não estão legalmente autorizados a mantê-los, ou para aterros. Deste modo, não seriam revalorizados, levando a uma perda de recursos e de valor (Couto & Couto, 2007).

A adoção de processos como a demolição seletiva poderá trazer também benefícios económicos. Ao proceder-se à comparação de custos associados a uma demolição com triagem com uma demolição sem triagem, verifica-se que poderá existir, no mínimo, uma poupança de

cerca de 20% associada à gestão de resíduos quando existe uma separação dos materiais e resíduos no local da obra. Esta situação está relacionada com o facto de serem cobrados pelos operadores de gestão de resíduos custos menores aos RCD devidamente separados na origem, em relação aos RCD misturados. É ainda importante referir que não foram contabilizados valores associados aos materiais que poderão ser reutilizados (Lima, 2019).

A demolição seletiva apresenta ainda elevados benefícios do ponto de vista social. Ao promover o crescimento de um novo mercado, onde os materiais são recuperados com maior cuidado, potencia-se valor de mercado acrescido para a sua reintegração no setor da construção. Proporciona a criação de novos postos de trabalho para trabalhadores de diversos níveis de qualificação, pois a demolição seletiva é um processo que requer mais trabalho e envolve uma significativa quantidade de trabalhos, tais como remover materiais que podem ser reaproveitados, dismantelar os edifícios e preparar, classificar e transportar os materiais e RCD (Lopes, 2013).

Em suma, a demolição seletiva apresenta diversos benefícios, nomeadamente (Brito & Freire, 2001; Mália, 2010; Lopes, 2013):

- Reduz o consumo/extração de matérias-primas;
- Reduz o consumo de energia através da utilização de materiais recuperados;
- Reduz as emissões de gases nocivos para o ambiente;
- Permite a reutilização de materiais, ou o seu reprocessamento, pois a sua remoção é realizada com maior cuidado, aumentando a qualidade e o valor das componentes recuperadas;
- Promove o crescimento de um novo mercado de materiais a reutilizar e de resíduos a valorizar;
- Reduz a deposição de RCD em aterro e os custos (económicos e ambientais) associados à sua eliminação;
- Proporciona a criação de postos de trabalho, porque o processo de demolição seletiva envolve trabalhos adicionais de dismantelamento, remoção, preparação, classificação e transporte dos materiais e dos RCD.

2.3.4 Importância do planeamento

Um processo de demolição (tradicional ou seletiva) caracteriza-se por terminar o ciclo de vida que é iniciado pela construção. Desta forma, é importante planejar na fase de projeto para tentar melhorar o desempenho ambiental dos processos. Consequentemente, será mais eficaz desenvolver modelos construtivos para serem facilmente desmontados. Desta forma, melhorar-se-á o desempenho ambiental da construção, fazendo com que os materiais sejam utilizados até ao seu limite, seja pelo seu desgaste natural ou pela reciclagem dos resíduos resultantes (Lourenço & Brito, 2008b).

Reduzir a produção de RCD num processo de demolição é de extrema importância. Esta redução pode ser conseguida através da utilização de materiais mais duradouros e através de um rigoroso planeamento, em fase de projeto, das quantidades e características dos materiais necessários (Silva, 2010).

Um *design* da construção a pensar no desmantelamento e desconstrução, no futuro, é bastante útil e facilita muito os processos de demolição de um edifício e o reprocessamento de materiais ou a reutilização direto dos seus componentes. Um estudo recente sobre a economia circular na Dinamarca, refere que 20% das empresas de construção esperam que mais de 50% dos seus materiais sejam reutilizados até 2023, e 10% espera que sejam 25 a 50%. (Bjerre, 2018)

Do mesmo modo, melhorar o processo de conceção leva a que os materiais se tornem mais duráveis ou mais fáceis de reparar, modernizar ou reutilizar. Assim, pode ajudar as empresas responsáveis nas ações de desmantelamento, por tipo de material, propiciando a recuperação de materiais e componentes com valor acrescentado, levando à menor procura de recursos que são valiosos e finitos. Porém, o mercado não parece estar a evoluir nesse sentido, principalmente porque os interesses dos produtores, utilizadores e operadores de instalações de reciclagem não estão em sincronia. Desta forma, é essencial incentivar uma melhor conceção dos produtos preservando o mercado único e a concorrência e possibilitando a inovação (CE, 2015).

Certas características das construções proporcionam uma simplificação no processo de desmantelamento, podendo reduzir o custo e o tempo de recuperação dos materiais. Estas características são (Mália, 2010):

- A transparência, criando sistemas de construção visíveis e fáceis de identificar (e.g. passaporte de materiais);
- A regularidade, utilizando materiais e sistemas semelhantes ao longo de toda a construção;
- A simplicidade, criando sistemas e interligações que são de fácil entendimento, com um número limitado de tipos de materiais e tamanhos;
- Um número limitado de componentes, sendo que elementos de maiores dimensões são mais fáceis de desmontar, tendem a resistir mais no processo de desmantelamento e podem ser removidos mais rapidamente;
- Materiais facilmente separáveis, facilitando o processo de desmantelamento.

Através do planeamento pretende-se reduzir a duração dos trabalhos, diminuir os custos, melhorar as condições de trabalho e assegurar a necessária qualidade dos materiais recuperados. Para além disso, pretende-se aumentar a quantidade de materiais recuperados, reduzindo a produção de resíduos (Lopes, 2013).

Como foi visto anteriormente, é fundamental considerar o planeamento para garantir a eficiência da demolição seletiva, que é um método que deve ser realizado da forma mais detalhada possível (Brito & Freire, 2001). Com pertinência para se atingir este objetivo, surge o conceito de auditoria pré-demolição, que pretende assegurar o nível mínimo de qualidade ao longo de todo

o processo de recuperação de materiais e da gestão de RCD. As auditorias e certificações são instrumentos importantes para aumentar a qualidade e a confiança nos materiais recuperados e nos RCD reciclados (CE, 2016). Por esta razão, o plano de desconstrução deve ser preparado em conjunto pelo dono de obra, pelo projetista, fiscalização e empreiteiro (CE, 2017; Brito & Freire, 2001).

Uma auditoria de pré-demolição deve ser realizada antes de projetos de reabilitação ou demolição, tendo em conta todos os materiais a recuperar e os RCD reciclar, bem como a presença de resíduos perigosos. Através deste instrumento é possível identificar os potenciais RCD existentes, e com isto planear os métodos adequados para o desmantelamento e para a demolição seletiva, adequando os métodos e procedimentos. As ações baseadas na auditoria garantem a segurança de todos os trabalhadores e contribuem para um aumento da qualidade e da quantidade dos materiais recuperados e RCD reciclados. Ademais, a realização destas auditorias pode ajudar os clientes na definição de níveis de desempenho para as empresas de demolição, apoiar a conceção de um plano de gestão de resíduos para um local específico, incentivar processos de certificação ambiental associados, aumentar a eficiência dos materiais e da mão de obra, e reduzir os RCD, maximizando eventualmente os lucros (CE, 2016).

Segundo o Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE (2016), uma auditoria de pré-demolição consiste em duas partes:

- Informações reunidas: identificação de todos os materiais e de RCD que serão produzidos durante a demolição, especificando a quantidade, a qualidade e a localização no edifício ou nas infraestruturas. É necessário identificar todos os materiais e fornecer uma boa estimativa da quantidade a recolher;
- Informações sobre: i) quais os materiais que devem (obrigatoriamente) ser separados na origem (e.g. resíduos perigosos); ii) quais os materiais que podem ou não ser reutilizados ou reciclados; e iii) o modo como os resíduos (perigosos e não perigosos) serão geridos e quais as possibilidades de reciclagem ou outras formas de valorização.

Uma auditoria de pré-demolição deve ser realizada por peritos especializados, com conhecimento sobre materiais, técnicas e história da construção. Estes devem ainda ter conhecimento sobre as diferentes técnicas de demolição, o tratamento dos RCD, bem como dos mercados locais relacionados com estas temáticas (CE, 2016).

Outro aspeto determinante para a eficiência da demolição seletiva prende-se com a formação dos técnicos intervenientes no setor da construção. Este fator é determinante para obter uma elevada quantidade e qualidade de materiais passíveis de serem reciclados ou reutilizados (Lopes, 2013).

3 Metodologia

No presente capítulo são apresentados os critérios metodológicos utilizados para obter os dados da dissertação. Inicialmente identificam-se os objetivos específicos do trabalho e posteriormente é feita uma descrição do planeamento do trabalho experimental. De seguida são expostos os instrumentos de análise e tratamento dos resultados, dando destaque a: i) meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva; ii) relação entre a maturidade da legislação sobre gestão de RCD e as quantidades de RCD valorizadas; e iii) questionário aos intervenientes nos processos de demolição seletiva.

3.1 Objetivos específicos e hipóteses a testar

A presente dissertação tem como foco determinar o conceito da demolição seletiva, assim como avaliar a sua evolução ao longo do tempo. Além disso, pretende-se que o estudo produza conhecimento sobre a prática de demolição seletiva e o seu potencial, clarificando e ajudando os vários intervenientes nos processos. Espera-se que os resultados deste trabalho vão de encontro às necessidades dos decisores e dos profissionais da área em estudo relativamente à abordagem a adotar em obras de demolição, especificamente na escolha do método de demolição a utilizar.

Para atingir este objetivo determinaram-se objetivos específicos da dissertação, que são os seguintes:

- Analisar o estado de arte relativamente à economia circular no setor da construção;
- Analisar o estado de arte relativamente ao conceito de demolição seletiva e à sua evolução temporal, procedendo a uma meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva;
- Analisar o estado de arte sobre a problemática associada à gestão de RCD a nível nacional e relacionar a maturidade da legislação sobre gestão de RCD e as quantidades valorizadas a nível europeu;
- Destacar a importância da demolição seletiva para uma economia circular no setor da construção, identificando as principais barreiras e benefícios associados à implementação da demolição seletiva;
- Identificar a perceção, o grau de conhecimentos e a importância atribuída pelos intervenientes nas áreas de projeto e do setor da construção, relativamente aos processos de demolição seletiva – diferenças entre três grupos profissionais (engenheiros, arquitetos e outros), testando as seguintes hipóteses:
 - H.0 – Não existem diferenças entre os grupos, logo esta hipótese não pode ser rejeitada em casos em que o $p \geq 0,05$;

- H.1 – Percepção sobre o conceito de demolição seletiva: existem diferenças entre os grupos, nomeadamente sobre o conceito, e ainda, relativo aos fatores que poderão influenciar o processo de demolição seletiva;
 - H.2 – Percepção das fases implicadas na demolição seletiva: existem diferenças entre os grupos, nomeadamente sobre as fases que estão implicadas no processo, pois os arquitetos podem dar mais importância à fase de projeto enquanto que os engenheiros podem dar mais importância à fase de obra;
 - H.3 – Importância atribuída às barreiras da demolição seletiva: existem diferenças significativas entre grupos no nível de importância que é atribuída às diferentes barreiras de aplicação da demolição seletiva;
 - H.4 – Importância que atribuem às medidas de promoção da demolição seletiva: existem diferenças entre grupos no nível de importância que atribuem às medidas de promoção deste método de demolição.
- Sugerir orientações gerais para a promoção da demolição seletiva no contexto nacional.

3.2 Planeamento do trabalho

De forma a atingir os objetivos da presente dissertação, o trabalho experimental desenvolveu-se da seguinte forma (Figura 3.1):

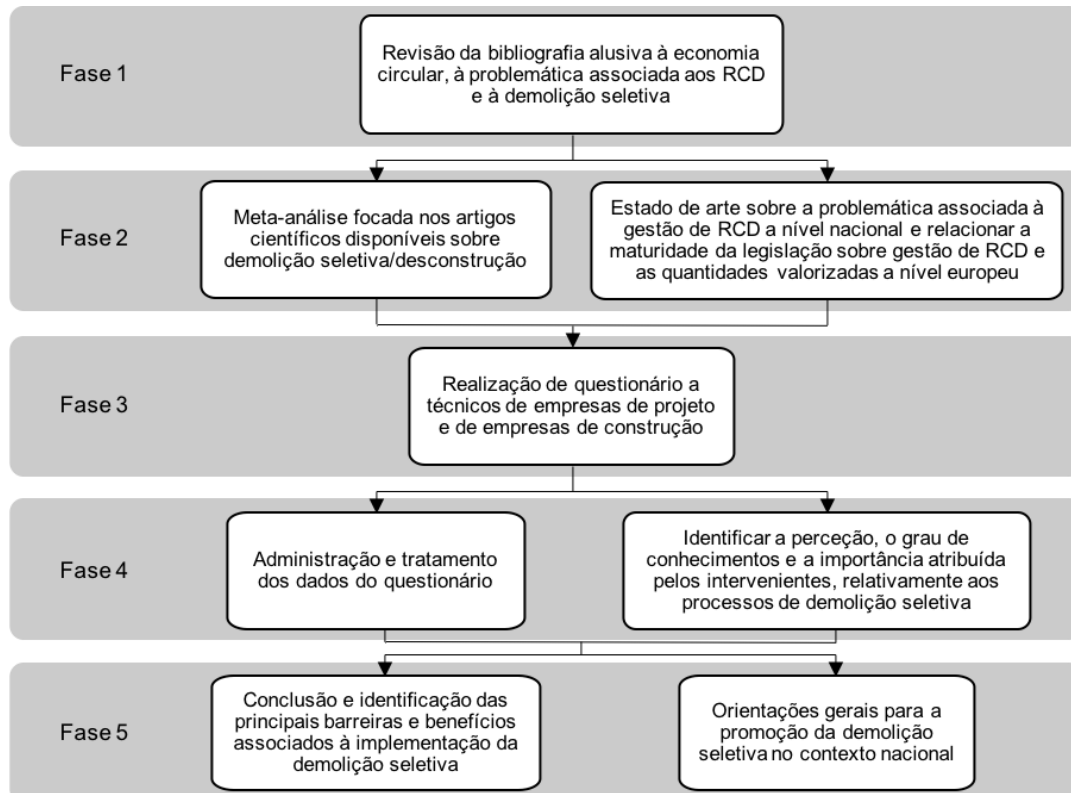


Figura 3.1 Fluxograma da metodologia adotada

3.3 Instrumentos de análise e tratamento de resultados

3.3.1 Meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva

Atualmente, a demolição seletiva/desconstrução não é um conceito que esteja totalmente definido na legislação. Deste modo, considerou-se importante fazer uma análise sobre a forma como o conceito foi variando e evoluindo ao longo dos anos.

Para o efeito utilizou-se a metodologia de meta-análise, a qual teve por base uma pesquisa extensiva de artigos científicos. O período de publicação considerado está compreendido entre 2008 e o final de 2018. O limite inferior da escala temporal foi definido devido a existir um foco da dissertação na realidade europeia e, consequentemente, devido ao ano de publicação da DQR (Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro). Mas foram incluídos na análise, pontualmente, estudos anteriores a 2008, para compreender as principais diferenças no conceito antes da publicação da Diretiva referida. A pesquisa foi realizada no motor de busca B-on e as seguintes bases de dados de referência bibliográfica, designadamente *Science Direct*, *Complementary Index*, *Business Source Complete*, *Academic Search Complete* e *Directory of Open Access Journals*. Foi ainda utilizado o motor de pesquisa Google, para aferir outros resultados, como por exemplo relatórios técnicos.

Assim, foi feita uma análise abrangendo um conjunto de estudos publicados com rigor e credibilidade com o intuito de verificar a importância do tema da presente dissertação, tendo-se utilizado os seguintes critérios para a seleção dos artigos:

- Os estudos devem abordar o tema da demolição seletiva (ou desconstrução, por ser um termo idêntico utilizado para descrever os mesmos processos de demolição);
- Os estudos devem ser de língua inglesa.

Desta forma, na pesquisa foi utilizada a seguinte expressão booleana:

- *Deconstruction OR Selective Demolition*.

O primeiro objetivo desta análise exploratória foi quantificar os estudos existentes sobre esta temática. Estes estudos foram depois filtrados tendo por base o contexto e os objetivos do estudo.

3.3.2 Relação entre a maturidade da legislação sobre gestão de RCD e as quantidades de RCD valorizadas

Na UE, apesar de não existir legislação independente referente à gestão de RCD, grande parte dos países implementaram, a título individual, legislação específica para a regulamentação deste fluxo específico, quer em diplomas autónomos (como é o caso de Portugal, com a publicação do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março), quer de forma integrada em diplomas sobre resíduos ou na área do planeamento e da construção. Com o objetivo de identificar como a legislação foi construída, o tempo da sua implementação, os incentivos aplicados e as condições de mercado, foi feita uma pesquisa de forma a compreender em que países existe uma obrigatoriedade de

aplicação de demolição seletiva, bem como de auditorias de pré-demolição para perceber qual a influência destes instrumentos regulamentares nas taxas de recuperação dos RCD de cada país. Para esta análise foram utilizados os relatórios para cada país produzidos em 2015 no âmbito do estudo europeu *Resource Efficient Use of Mixed Wastes – Improving Management of Construction and Demolition Waste* (BIO by Deloitte *et al.*, 2017).

Com o objetivo de identificar os fatores que poderão ser responsáveis pelas diferenças entre países face aos RCD que são reutilizados e reciclados, foi feita uma pesquisa para perceber quais as principais dificuldades e incentivos existentes em cada país em matéria de gestão de RCD. Para este efeito construiu-se uma matriz de maturidades, adaptada de BIO by Deloitte *et al.* (2017), composta pelas 13 categorias de práticas sobre RCD indicadas na Tabela 3.1.

Esta matriz foi aplicada a três dos países que têm obrigatoriedade de demolição seletiva e de auditorias de pré-demolição, designadamente Luxemburgo, Alemanha e Finlândia. Cada um destes países, e para cada uma das categorias da matriz, foi avaliado numa escala de 4 pontos, com a seguinte correspondência: (1) atribuído aos países que não têm ou tem poucas leis e políticas ou estratégias para os RCD; (2) atribuído aos países onde a legislação e políticas, estratégias ou o mercado para os RCD está a emergir, embora não estejam totalmente implementados; (3) pontuação atribuída aos países que têm legislação, políticas, estratégias ou soluções bem estabelecidas; (4) pontuação atribuída para os países que estão a desenvolver a legislação, políticas, estratégias e soluções, aprendendo com a prática atual (BIO by Deloitte, *et al.*, 2017). Desta forma, cada país terá um valor total entre 52 (máximo) e 13 (mínimo).

Tabela 3.1 Categorias de práticas de gestão de RCD utilizadas na matriz de maturidades sobre RCD (adaptado de BIO by Deloitte *et al.*, 2017)

Categorias de práticas sobre gestão de RCD
Legislação de gestão de resíduos
Política e estratégia de gestão de resíduos
Infraestruturas de gestão de resíduos
Gestão de aterro
Medidas fiscais
Prevenção da produção de resíduos
RCD tratados (desempenho)
Compras públicas ecológicas
Reutilização e reciclagem de materiais
Dados sobre gestão de resíduos
RCD perigosos
Execução/cumprimento
Fim do estatuto de resíduo

3.3.3 Questionário aos intervenientes nos processos de demolição seletiva

Variáveis a analisar

Desenvolveu-se um inquérito por questionário *online*, com o qual se pretendeu avaliar a perceção, grau de conhecimento e importância atribuída pelos intervenientes nas áreas de projeto e de obra no setor da construção, relativamente ao conceito de demolição seletiva/desconstrução, aos principais fatores que influenciam estes processos, às barreiras existentes para a sua implementação, assim como que ações devem ser tidas em conta para promover a sua implementação em Portugal.

O questionário, cuja cópia se apresenta no Anexo I, foi construído no *software LymeSurvey*. O questionário integra 22 perguntas, que se podem agrupar em três conjuntos de variáveis, nomeadamente:

- Grupo A. Entidade empregadora – frequência e motivos para a demolição seletiva/desconstrução; é constituído por 10 perguntas, com o intuito de averiguar, na perspetiva do técnico inquirido, as principais características da entidade empregadora e em que área desempenha a sua atividade. Procura ainda perceber a frequência com que são realizados processos de demolição seletiva, bem como os motivos que levam a empresa a optar, ou não, por este processo de demolição.
- Grupo B. Inquirido – conhecimento e importância atribuída à demolição seletiva/desconstrução; é constituído por 8 perguntas, tendo como objetivo perceber qual a função do inquirido num projeto, o seu grau de conhecimento sobre a demolição seletiva e como caracteriza o processo. Pretende-se também identificar os fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva, quais as potenciais barreiras da sua aplicação e as medidas que poderão contribuir para a sua promoção em Portugal.
- Grupo C. Inquirido – caracterização do inquirido; é constituído por 4 perguntas, tendo como objetivo caracterizar o inquirido em termos de género, idade, profissão e a região onde desenvolve a sua atividade.

Seleção da amostra de inquiridos e procedimentos

O critério de seleção desta amostra teve por base a sua importância no processo de construção e demolição. Foram criados *weblinks* diferentes, mas com o mesmo questionário, com o propósito de serem enviados a quatro bases de dados diferentes. Preparou-se uma mensagem que explicava os objetivos dos questionários, apelava à participação e indicava o *weblink* para aceder ao questionário (Anexo II).

O primeiro foi enviado através da plataforma para empresas de construção (classes de alvará 5 a 9, por se considerar que são empresas que possuem dimensão e capacidade que lhes permite executar estes processos), selecionadas através do site do Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção, e correspondeu a uma população de 1 134 empresas. O segundo foi enviado através da plataforma para contatos da Associação Portuguesa de Projetistas e

Consultores, disponibilizada no sítio da Internet da Associação, e foram selecionadas empresas cuja atividade é desenvolvida em estudos e projetos de engenharia, estudos e projetos de arquitetura e consultoria de economia e gestão, correspondendo a uma população de 118 empresas. O terceiro iria ser enviado através de uma *newsletter* para a Ordem dos Engenheiros, mas este tipo de apoio acabou por não se concretizar em tempo útil. Por fim, o quarto foi enviado através de uma *newsletter* do Portal da Construção Sustentável*, por *weblink* com ligação à plataforma *LymeSurvey* (Anexo III), com uma população de 3 400 empresas/arquitetos.

Taxa de resposta e tratamento de resultados

O questionário foi enviado para os contactos mencionados no subcapítulo anterior durante o mês de março de 2019, tendo-se finalizado o período de receção das respostas no dia 24 de março.

Estima-se que tenham recebido a mensagem de apelo à participação no questionário 4 528 contatos (*i.e.* empresas ou profissionais a título individual) e, como se pode confirmar pelos valores apresentados na Tabela 3.2, receberam-se 30 recusas explícitas e 79 respostas completas ao questionário. Desta forma, a taxa de retorno, também designada de taxa de resposta, calculada através do quociente entre o número de questionários realizados e o número de contatos efetuados, foi de 2%.

Considerando a dimensão da população e o tamanho da amostra, a margem de erro é de 9%, pelo que a confiança de que os resultados do questionário sejam representativos da população em análise é baixa. Desta forma, este estudo deve ser considerado como um estudo exploratório e não como um estudo representativo dos intervenientes nos processos de demolição seletiva.

Tabela 3.2 Contatos realizados por base de dados

Base de contactos	Contactos (n.º)		
	Total	Recusas	Respostas
Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção	1 010	27	37
Associação Portuguesa de Projetistas e Consultores	118	2	11
Portal da Construção Sustentável*	3 400	1	31
Total	4 528	30	79

* Sítio da Internet: <https://www.csustentavel.com/>

As respostas dos questionários foram importadas para uma base de dados em *Excel*, na qual se realizou a codificação das respostas, sendo depois exportada para uma base de dados do programa *IBM SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences)*, utilizado para o tratamento estatístico.

Considerou-se de interesse analisar o perfil e as diferenças entre engenheiros e arquitetos relativamente às variáveis analisadas, pelo que, para o tratamento estatístico, a profissão do

inquirido foi utilizada para definir a variável de grupo, ou independente, subdividindo-se a amostra em três grupos – engenheiros, arquitetos e outros.

Os testes estatísticos utilizados para avaliar se as diferenças entre os grupos, para cada variável dependente, são ou não estatisticamente significativas foram os seguintes:

- Qui-quadrado de Pearson (χ^2), para frequências amostrais; em amostras em que não é possível utilizar o Qui-quadrado, devido a apresentar contagens inferiores a 5 correspondendo a mais de 20% do total, utilizou-se a razão de verossimilhança (G^2), para frequências amostrais;
- ANOVA a um fator (F), para médias amostrais.

Para ambos os testes, considerou-se como nível de significância mínimo aceitável um valor de $p \leq 0,05$, correspondendo a um grau de confiança de 95%.

4 Resultados

4.1 Meta-análise sobre o conceito de demolição seletiva

Como resultado da pesquisa efetuada, foram identificados 104 estudos sobre a temática de demolição seletiva e desconstrução (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 Artigos sobre demolição seletiva/desconstrução, entre 2008 e 2018

Ano	Fontes
2008	Sassi (2008); Kourmpanis <i>et al.</i> (2008); Boone <i>et al.</i> (2008); Shami (2008); Jain <i>et al.</i> (2008)
2009	Rocha e Sattler (2009); Roussat <i>et al.</i> (2009); Denhart (2009); Lu <i>et al.</i> (2009)
2010	Couto e Couto (2010); Haase <i>et al.</i> (2010); Bauman (2010)
2011	Saghafi e Teshnizi (2011); Thomsen <i>et al.</i> (2011); Davison e Tingley (2011); Coelho e Brito (2011); Hiete <i>et al.</i> (2011); Saghafi e Teshnizi (2011)
2012	Cha <i>et al.</i> (2012); Tingley e Davison (2012); Coelho e Brito (2012); Mercante <i>et al.</i> (2012)
2013	Yeheyis <i>et al.</i> (2013); Spisakova e Kozlovská (2013); Martínez <i>et al.</i> (2013); Höglmeier <i>et al.</i> (2013); Ulsen <i>et al.</i> (2013); Cholis (2013); Vatalis <i>et al.</i> (2013)
2014	Akbarnezhad <i>et al.</i> (2014); Silvestre <i>et al.</i> (2014); Jaillon e Poon (2014); Wu <i>et al.</i> (2014); Curran <i>et al.</i> (2014); Cazaciu <i>et al.</i> (2014); Williams <i>et al.</i> (2014)
2015	Sobotka e Czaja (2015); Diyamandoglu e Fortuna (2015); Rios <i>et al.</i> (2015); Zari (2015); Huuhka e Hakanen (2015); Huuhka <i>et al.</i> (2015); Hosseini <i>et al.</i> (2015); Noguchi <i>et al.</i> (2015); Ness <i>et al.</i> (2015); Reyna e Chester (2015); Akinade <i>et al.</i> (2015)
2016	Kleemann <i>et al.</i> (2016); Cooper <i>et al.</i> (2016); Ding <i>et al.</i> (2016); Zambrana-Vasquez <i>et al.</i> (2016); Arewa (2016); Conti <i>et al.</i> (2016); Jiménez-Rivero e García-Navarro (2016); Freire <i>et al.</i> (2016); Iacovidou e Purnell (2016); Ali e Badinelli (2016); Kokkonen e Alin (2016); Mohtashami (2016); Andrade e Bragança (2016); Ataei <i>et al.</i> (2016)
2017	Ajayi <i>et al.</i> (2017); Silva <i>et al.</i> (2017); Jiménez-Rivero e García-Navarro (2017); Akinade <i>et al.</i> (2017); Ge <i>et al.</i> (2017); Akinade <i>et al.</i> (2017); Salama (2017); Chau <i>et al.</i> (2017); Vitale <i>et al.</i> (2017); Colangelo e Cioffi (2017); Hildebrand <i>et al.</i> (2017); Kylili e Fokaides (2017); Anand e Amor (2017); Hübner <i>et al.</i> (2017); Xiao <i>et al.</i> (2017); Assefa e Ambler (2017); Zabek <i>et al.</i> (2017); Tingley <i>et al.</i> (2017)
2018	Sanchez e Haas (2018); Machado <i>et al.</i> (2018); Sanchez e Haas (2018); Gálvez-Martos <i>et al.</i> (2018); Tatiya <i>et al.</i> (2018); Leso <i>et al.</i> (2018); Hossain e Ng (2018); Ajayi e Oyedele (2018); Volk <i>et al.</i> (2018); Malmqvist <i>et al.</i> (2018); Kanters (2018); Akinade <i>et al.</i> (2018); Di Maria <i>et al.</i> (2018); Estanqueiro <i>et al.</i> (2018); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Ding <i>et al.</i> (2018); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Eckelman <i>et al.</i> (2018); Arrigoni <i>et al.</i> (2018); Queheille <i>et al.</i> (2018); Hegzi <i>et al.</i> (2018); Akanbi <i>et al.</i> (2018); Mulyadi (2018); Iacovidou <i>et al.</i> (2018); Denis <i>et al.</i> (2018)

Conforme demonstra a Figura 4.1, a maioria dos estudos são do ano 2018, representando cerca de 24% do total dos resultados obtidos. Ao longo dos últimos anos verificou-se um aumento na quantidade de estudos publicados relativamente a este tema, que poderá estar relacionado com

a publicação do Pacote de Economia Circular, em 2015, que veio impulsionar a procura de novos métodos para aplicar este conceito em diversos setores, como o setor da construção. Outro motivo que se pensa estar relacionado com o aumento dos estudos publicados, prende-se com o aumento da regulamentação, associada à consciencialização para os impactes associados aos RCD e à procura por novos métodos que promovam um aumento de reutilização dos materiais e da reciclagem dos RCD resultantes dos processos de demolição.

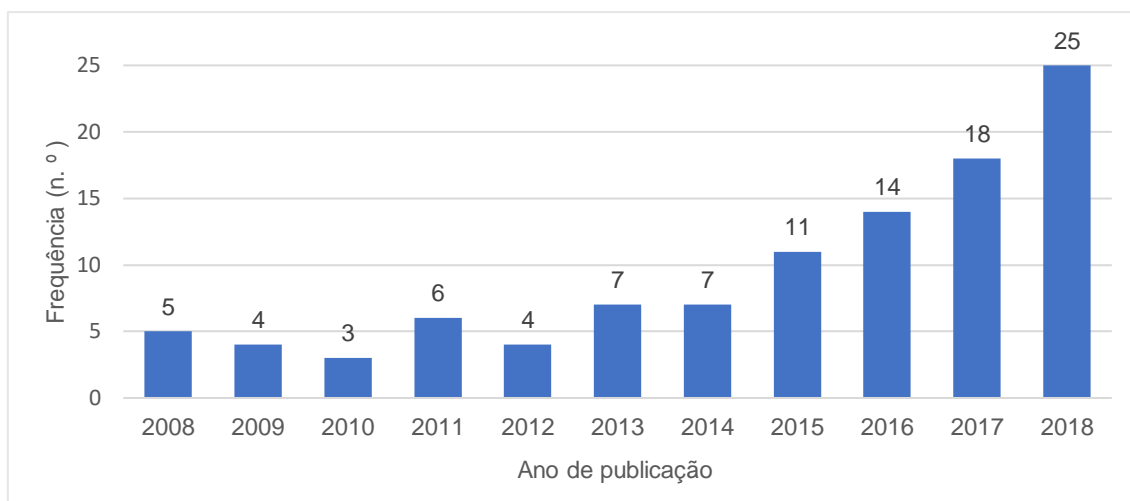


Figura 4.1 Número de artigos científicos publicados sobre demolição seletiva e desconstrução, entre 2008 e 2018

Angulo *et al.* (2004) definiram demolição seletiva como uma prática apenas utilizada na demolição de casas antigas e relativamente pequenas, onde elementos como portas de madeira, pavimentos, janelas, cercas, tijolos antigos e telhas de cerâmica eram vendidos para reutilização, em revendedores de materiais em segunda mão, por uma margem rentável. Denota-se pela abrangência limitada da definição que o conceito estava pouco desenvolvido e apenas era considerado para certas infraestruturas e com objetivos muito específicos, designadamente os relacionados com a componente da reutilização.

A demolição seletiva tem como principal objetivo recuperar o máximo de materiais e elementos de construção, para que posteriormente os materiais possam ser reutilizados e os resíduos valorizados, incluindo a sua reciclagem. Este conceito aparece com o propósito de diminuir a produção de resíduos e de reduzir o consumo de recursos naturais (Lourenço, 2007).

Em 2008, percebe-se uma mudança em relação ao conceito de demolição seletiva, uma vez que é definida como o processo inverso ao de uma obra de construção. O método é descrito como uma técnica que envolve mais horas de trabalho, por um período de tempo mais longo, pois a remoção dos diferentes materiais deve ser efetuada manualmente. Destaca-se que os resíduos devem ser recolhidos seletivamente, não devem conter contaminantes perigosos e devem ser separados os materiais que não podem ser reciclados ou reutilizados. É ainda referido que a demolição seletiva é feita em diversas fases, pois em cada fase é removido e recolhido um material diferente (Kourmpanis *et al.*, 2008).

Ainda em 2008, a demolição seletiva foi definida como um método que conjuga as técnicas conhecidas de demolição, com o objetivo de recuperar os materiais e elementos de uma construção em condições de serem reutilizados ou reciclados. Para o efeito, estabelecem-se critérios de prioridade e de técnicas de execução dos trabalhos, para diminuir os impactos ambientais associados à demolição. Ressalva-se que a otimização dos sistemas de demolição, tendo por objetivo preservar os materiais e os elementos construtivos do edificado, seria mais eficaz se passasse, não tanto pelo desenvolvimento das técnicas atuais de demolição, mas pelo desenvolvimento de modelos construtivos concebidos para serem facilmente desmontados (Lourenço & Brito, 2008b). Esta definição torna-se bastante importante pois faz referência à fase de projeto de uma obra de construção, que deve ser contabilizada para a melhoria do processo de demolição, tendo também em conta que os materiais recuperados podem ser reutilizados e os resíduos reciclados.

A demolição seletiva ou desconstrução foi ainda descrita por Mália (2010), de forma mais completa, como o processo de dismantlar um edifício ou estrutura seletivamente, removendo todos os materiais antes de proceder à demolição da estrutura, ou evitar completamente a demolição e dismantlar toda a estrutura, na ordem inversa à sua construção. Considera-se que este conceito aparece devido ao aumento de demolições e devido à crescente preocupação ambiental expressa pela população.

Na mesma linha de raciocínio, a publicação do Protocolo de Gestão de RCD da UE, em 2016, refere que demolição seletiva implica a sequenciação das atividades de demolição para permitir a separação e a seleção dos materiais de construção (CE, 2016). O Protocolo salienta ainda que o planeamento da gestão dos diversos tipos de resíduos durante as várias fases do processo de construção é de extrema importância e reduzirá os custos dos processos posteriores. Além disso, a adoção de medidas de monitorização e controlo durante todo o processo de construção permite uma gestão adequada e a realização de correções ao longo de todo o processo.

O aproveitamento de materiais provenientes do setor da construção é tanto maior quanto menor for a presença de poluentes e de matérias indesejáveis. Então, é possível afirmar que uma demolição seletiva tem um papel decisivo e deverá ser incentivada, pois as vantagens resultantes são bastante significativas (LNEC, 2016).

Em 2018, a demolição seletiva, também designada por alguns profissionais como desconstrução, é definida como o conjunto de processos e métodos de demolição em que a construção é cuidadosamente dismantlada de modo a permitir um alto nível de recuperação e de aproveitamento de materiais e componentes da construção e minimizar a quantidade de resíduos não recicláveis. A opção pela designação desconstrução (em detrimento de demolição seletiva) está associada à imagem de destruição total que normalmente se associa ao termo demolir (Vieira & Lopes, 2018a).

Conclui-se que o conceito varia desde a fase de projeto até à fase de obra e que pode ter diversos objetivos. Observou-se também que alguns artigos apontam como objetivo a separação de materiais/RCD com substâncias perigosas, ou apenas a separação de materiais reutilizáveis ou

RCD recicláveis. Deste modo, constata-se que o conceito vai evoluindo também em termos da sua complexidade; que inicialmente é um conceito muito semelhante ao conceito de reutilização e evolui para um conceito que abrange o desmantelamento de infraestruturas e a desconstrução. Mais recentemente verifica-se a inclusão deste conceito na fase de projeto, mostrando que o planeamento da construção a pensar na sua desconstrução futura é bastante importante para obter melhores resultados em termos de quantidades de materiais passíveis de reutilizar e RCD para reciclar.

4.2 Relação entre a maturidade da legislação sobre gestão de RCD e as quantidades de RCD valorizadas

4.2.1 Apresentação e discussão dos critérios de seleção dos casos de estudo

Na Figura 4.2 apresenta-se, para cada país da UE, a percentagem de RCD tratados que são recuperados (e reutilizados), identificando-se os países que têm obrigatoriedade de aplicação de demolição seletiva (Luxemburgo, Alemanha, Espanha, Finlândia e Grécia). A relação entre esta obrigatoriedade legislativa e a percentagem de RCD tratados recuperados não é evidente, verificando-se que existem grandes diferenças entre estes países.

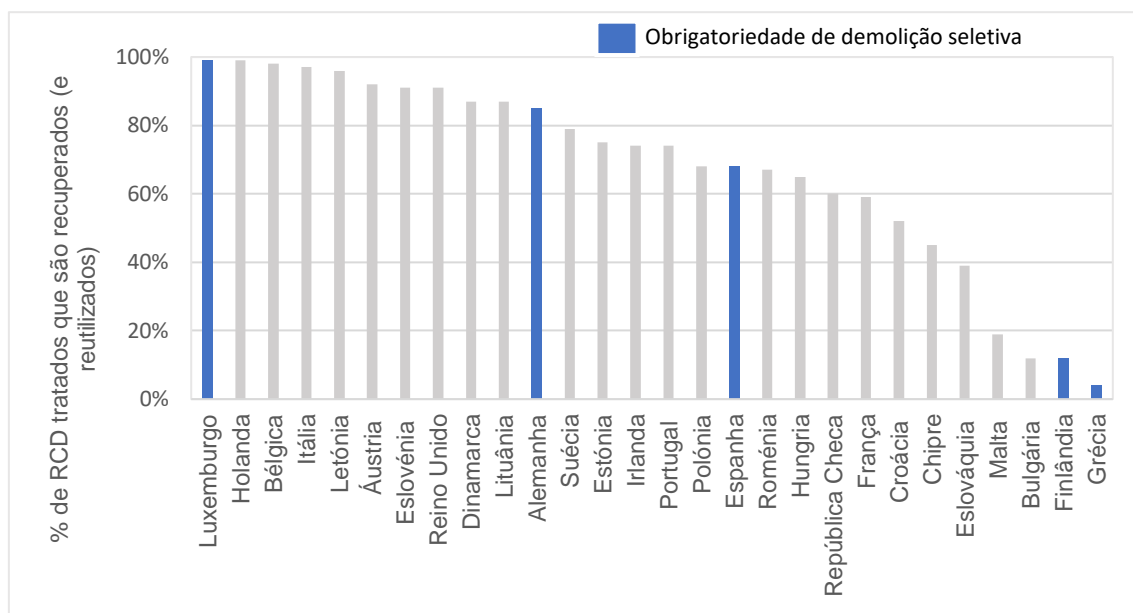


Figura 4.2 Quantidade de RCD tratados que são recuperados e reutilizados em cada país da UE, identificando os países com demolição seletiva obrigatória (adaptado de BIO by Deloitte *et al.*, 2017)

Por sua vez, a Figura 4.3 identifica os países onde existe obrigatoriedade de aplicação de auditorias de pré-demolição, enquanto preocupação ao nível do planeamento das intervenções, sendo possível verificar que existem 18 países onde estes procedimentos são requisitos obrigatórios, mesmo que em condições pré-estabelecidas.

Através das Figura 4.2 e Figura 4.3 constata-se que apenas o Luxemburgo, a Alemanha, a Espanha e a Finlândia apresentam obrigatoriedade de aplicação dos dois procedimentos.

Contudo, verificou-se que em Espanha apenas existe obrigatoriedade de aplicação de auditorias de pré-demolição a nível regional.

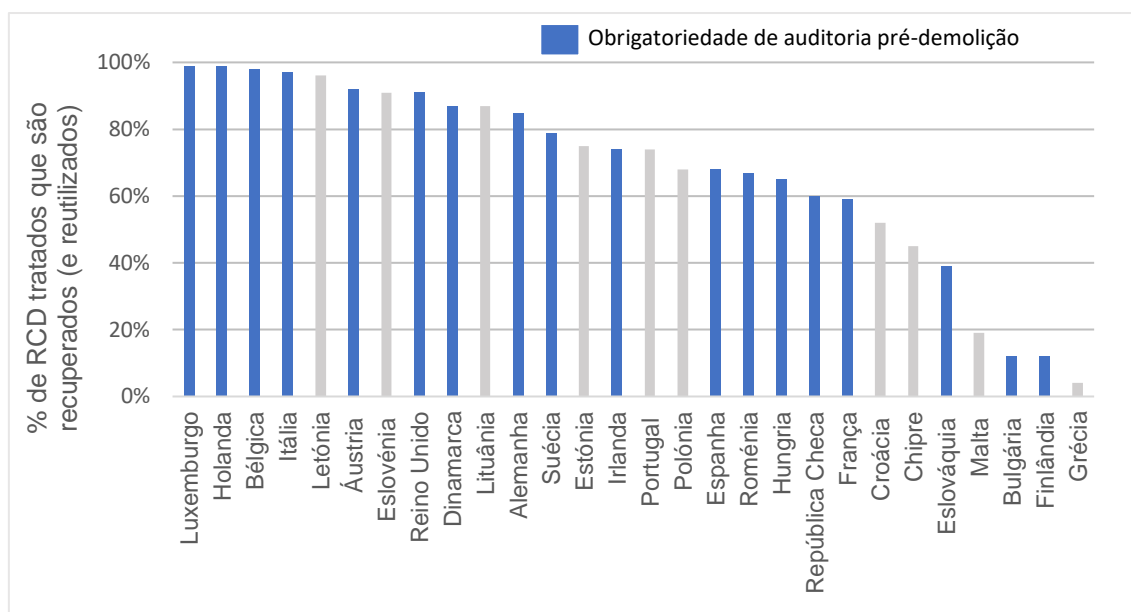


Figura 4.3 Quantidade de RCD tratados que são recuperados e reutilizados em cada país da UE, identificando os países com auditoria de pré-demolição obrigatória a nível nacional/regional (adaptado de BIO by Deloitte *et al.*, 2017)

Tal como foi referido na metodologia, aplicou-se a matriz de maturidade aos três países da UE que tinham simultaneamente a obrigatoriedade de aplicação de demolição seletiva e de auditorias de pré-demolição, ou seja, Luxemburgo, Alemanha e Finlândia. Na Tabela 4.2 apresentam-se os resultados da aplicação da pontuação atribuída a cada uma das categorias selecionadas, para cada um destes países, cujo somatório poderá ser interpretado como o nível de maturidade relativamente aos RCD de cada país.

Desta forma, verifica-se que o Luxemburgo apresenta uma avaliação de 44 pontos, sendo dos países em análise aquele que apresenta uma maior maturidade para as práticas de gestão dos RCD. Esta informação é coincidente com a elevada percentagem de RCD recuperados e valorizados (99%). A Alemanha obteve uma pontuação também muito próxima (43 pontos), o que poderá também justificar a sua elevada percentagem de recuperação e valorização de RCD (75%). Já a Finlândia obteve a pontuação mais baixa, 37 pontos, sendo destes três países o que tem uma taxa de recuperação e valorização de RCD também mais baixa (12%).

É possível verificar que os três países são cotados com o nível máximo em apenas uma categoria, nomeadamente a “legislação referente à gestão de resíduos”. Relativamente às restantes práticas, verifica-se que em seis delas, pelos menos dois países são cotados com uma classificação de “4”, nomeadamente: “política e estratégia de gestão de resíduos”, “infraestruturas de gestão de resíduos”, “gestão de aterro”, “medidas fiscais”, “prevenção da produção de resíduos” e “RCD tratados (desempenho)”. E, em seis práticas, estes países são cotados com classificações inferiores. Consta-se, ainda, que a avaliação de maturidade com

valores mais baixos corresponde ao fim de estatuto de resíduo. Deste modo, é possível afirmar que ainda existem muitas práticas que necessitam ser melhoradas.

Tabela 4.2 Matriz de maturidades de diferentes categorias de práticas sobre RCD, para o Luxemburgo, Alemanha e Finlândia (adaptado de BIO by Deloitte *et al.*, 2017)

Práticas da gestão de RCD	Países		
	Luxemburgo	Alemanha	Finlândia
Legislação de gestão de resíduos	4	4	4
Política e estratégia de gestão de resíduos	3	4	4
Infraestruturas de gestão de resíduos	3	4	4
Gestão de aterro	4	3	4
Medidas fiscais	4	3	4
Prevenção da produção de resíduos	4	4	3
RCD tratados (desempenho)	4	4	1
Compras públicas ecológicas	4	2	3
Reutilização e reciclagem de materiais	4	3	2
Dados sobre a gestão de resíduos	3	4	2
RCD perigosos	3	3	3
Execução/ cumprimento da legislação	3	3	2
Fim do estatuto de resíduo	1	2	1
Total	44	43	37

4.2.2 Casos de estudo

Neste subcapítulo analisam-se casos de estudo europeus, onde a demolição seletiva e as auditorias de pré-demolição são procedimentos obrigatórias, com o objetivo de analisar os eventuais fatores que contribuem para o sucesso. Desta forma, foram analisados os seguintes países: Luxemburgo, Alemanha e Finlândia.

Luxemburgo

No Luxemburgo foram produzidas, em 2012, cerca de 586 mil toneladas de RCD, apresentando cerca de 93% de reutilização e reciclagem destes resíduos (Deloitte *et al.*, 2015c).

A primeira lei sobre prevenção e gestão de resíduos (Law on Management of Waste - LMW) foi promulgada em 1994, tendo sido revista em 1997, 2005, 2006 e 2012 (BIO by Deloitte, *et al.*, 2017). Em 2010, foi publicado o Plano Geral de Gestão de Resíduos, que também representa o Plano Nacional de Prevenção de Resíduos, tendo sido aceite, pela Comissão Europeia, como tendo estas duas funções. O capítulo 24, referente a resíduos de construção, centra-se em três categorias: i) resíduos inertes (incluindo os RCD), sendo que até 2006, era utilizado o termo “resíduos inertes” para designar os resíduos minerais não contaminados provenientes da construção e demolição; ii) resíduos (incluindo embalagens); e iii) resíduos perigosos (BIO by

Deloitte, et al., 2017). Por sua vez, o Plano Setorial sobre Resíduos Inertes prevê que os resíduos inertes devem ser entregues no local de destino final licenciado mais próximo ao local da construção (Deloitte et al, 2015c).

Em 2012, foi efetuada uma revisão à LMW que transpõe a DQR. O artigo 26.º, “Resíduos Inertes, Resíduos de Construção e Resíduos de Demolição”, refere que é obrigatória a prevenção da produção de resíduos antes de iniciar qualquer operação de construção. Indica também que é obrigatório realizar uma auditoria de pré-demolição antes de qualquer demolição, devendo ser identificados os materiais constituintes do edifício a ser demolido, através de um inventário. Este inventário deve ser claro relativamente à recolha seletiva de cada material e ao devido tratamento, tendo em conta a hierarquia da gestão de resíduos. Existe também a obrigação, a nível nacional, do processo de demolição ser feito de forma seletiva (Deloitte et al, 2015c).

A LMW refere que os municípios são obrigados a criar infraestruturas para a recolha seletiva de resíduos provenientes de estaleiros de obras, em especial os RCD. É, também obrigatório que os concursos públicos, relativos à construção de estradas e outros edifícios, considerem a valorização de resíduos inertes recolhidos. Relativamente à reciclagem de resíduos inertes, existe um regulamento que define normas de qualidade que podem variar de acordo com os diferentes usos pretendidos (Deloitte et al, 2015c).

A eliminação de RCD apenas pode ser feita em aterros regionais, que devem possuir equipamentos que permitam a separação e a reciclagem deste fluxo de resíduos. No passado, a falta de harmonização dos impostos aplicados à deposição de resíduos em aterro dificultava o bom funcionamento da rede regional de aterros, pois os resíduos seriam transportados para localidades com taxas menos dispendiosas. Hoje em dia, esses impostos estão harmonizados, pois a eliminação de RCD tem de ser feita dentro da região onde a obra é efetuada (BIO by Deloitte et al., 2017).

Em 1992 foi desenvolvido um sistema de certificação baseado nos sistemas existentes, especificamente adaptado às necessidades das propriedades residenciais (moradias e apartamentos). A prevenção de resíduos, a recolha seletiva, o transporte, a valorização e a verificação dos dados são os principais pontos de inspeção para rotular o local de construção no âmbito do conceito SuperDrecksKëscht (SDK) (SuperDrecksKëscht, 2015).

O esquema de certificação SDK é uma marca comercial que foi desenvolvida em 1992. É um esquema de certificação voluntário, mas que implica uma verificação regular, mensal, da conformidade com as condições do rótulo. A sua orientação baseia-se na estratégia da UE, dando prioridade à prevenção antes da preparação para reutilização, à reutilização, à reciclagem ou outra forma de valorização, antes da eliminação dos resíduos. Tem como objetivo aplicar as informações mais recentes para implementar uma gestão sustentável e de alta qualidade dos recursos, nas vertentes ambiental e económica. Este modelo promove uma mudança na sociedade, que deve fornecer orientações para comportamentos sustentáveis ao nível do uso eficiente dos recursos. Desde a sua criação, 3 500 empresas participaram na iniciativa, onde 2 000 obtiveram a certificação (SuperDrecksKëscht, 2015; Deloitte et al, 2015c). Enquanto isso,

as atividades do SDK são reconhecidas pela UE, tendo recebido o rótulo de “melhores práticas” para a gestão de recursos e proteção climática.

Os sistemas de certificação permitem que as empresas organizem, monitorizem e melhorem os seus processos e a qualidade do trabalho que fornecem. Ao selecionar empresas certificadas, a qualidade da construção pode melhorar, designadamente no que se refere à utilização de materiais reciclados.

Foram identificados para o Luxemburgo os principais obstáculos para alcançar uma gestão mais eficiente e sustentável dos RCD, nomeadamente: i) a formação e a consciencialização dos trabalhadores do setor da construção sobre como prevenir e classificar os RCD, promovendo a sensibilização para os trabalhadores de pequenas e médias empresas, bem como para os que possuem contratos a curto prazo ou que não falam o mesmo idioma; ii) a questão da escala das quantidades produzidas de alguns materiais recicláveis, dificultando a rentabilidade das cadeias de valor da reciclagem, e incentivando as operações de enchimento, em detrimento de outras opções de valorização mais sustentáveis; iii) o preço das matérias-primas que, por vezes, é demasiado baixo para incentivar a utilização de materiais reciclados; e iv) os solos contaminados, cuja responsabilidade de descontaminar recai por vezes sobre o proprietário/detentor e não sobre o poluidor (BIO by Deloitte *et al.*, 2017).

Alemanha

A Alemanha é o país da UE que produz mais RCD, mas também é um dos países que apresenta uma maior taxa de valorização destes resíduos. Em 2012, produziu cerca de 201 milhões de toneladas de RCD, tendo 91% sido reutilizados ou reciclados. Apresenta ainda uma taxa de valorização de RCD de 95,5% (Deloitte *et al.*, 2015b).

A primeira lei sobre a eliminação de resíduos foi promulgada em 1972, estabelecendo a mudança das lixeiras para aterros centralizados, controlados e regulados (Mália, 2010). Em 1986, foi publicada a lei para a prevenção e eliminação de resíduos, sendo definido como primeiro objetivo a prevenção. No caso da prevenção não ser exequível, aquela lei refere que a composição dos resíduos deve ser melhorada, para permitir a reutilização ou a reciclagem.

Em 1992, foi publicado um decreto no âmbito dos RCD, contendo exigências para a prevenção, valorização e eliminação destes resíduos, tendo em conta o seu impacto a nível ambiental (Deloitte *et al.*, 2015b).

Em 1993, foi produzida regulamentação para os resíduos urbanos, distinguindo os conceitos de valorização e eliminação de resíduos e abrangendo os diversos fluxos de resíduos, onde se incluíram os RCD, e indicando como principais objetivos: i) reciclar os resíduos que não possam ser prevenidos; ii) reduzir a perigosidade dos resíduos; e iii) garantir que não se produzem impactos ambientais com o tratamento dos resíduos. A lei refere que os RCD devem ser recolhidos e preparados para recuperação, separando-os na origem. Contém também requisitos relativos ao tratamento de resíduos, especificando frações que não podem ser depositadas em aterro antes de equacionada a sua triagem (Mália, 2010).

A iniciativa Economia Circular na Construção tem vindo a documentar a produção de RCD, bem como o seu tratamento, desde 1995, sendo publicados relatórios a cada dois anos. Esta iniciativa começou com um compromisso entre a indústria e o governo, tendo como principal objetivo a redução da deposição de RCD em aterro (Deloitte *et al*, 2015b).

A primeira lei alusiva à gestão de resíduos, incluindo a reciclagem, foi promulgada em 1996, tendo definido os princípios para o desenvolvimento da gestão de resíduos em direção a uma economia de ciclo fechado. Estabeleceu uma hierarquia de tratamento de resíduos, dando preferência à prevenção relativamente à reciclagem de resíduos, e definindo que a reciclagem é preferível à eliminação, que apenas pode ser uma solução quando a reciclagem é inviável do ponto de vista económico ou impossível do ponto de vista técnico (Deloitte *et al*, 2015b; Mália, 2010).

Em 1996, foi divulgado um documento apresentando requisitos para a demolição seletiva. Entre outros requisitos, é exigido um plano de desconstrução que dê preferência à separação de materiais recicláveis (Mália, 2010).

A Alemanha apresenta uma das maiores taxas de incorporação de material reciclado de RCD nas misturas a quente de asfalto, utilizadas na construção de estradas. Esta é uma das principais razões pelas quais a Alemanha apresenta uma das taxas de reciclagem de RCD mais elevadas da UE. Esta taxa está ainda relacionada com os elevados custos associados à deposição de resíduos em aterro, bem como com os instrumentos específicos, legais e voluntários, que dão incentivo para uma melhor gestão dos RCD (Costa, 2014). Segundo BIO by Deloitte (2015) uma das principais práticas na ótica da gestão dos RCD foi a otimização da demolição/desmantelamento de edifícios para a recuperação e tratamento dos materiais de construção, considerando a redução da presença de substâncias perigosas e a otimização dos aspetos relacionados com a respetiva análise do ciclo de vida. Para além disso, considera-se que a certificação dos materiais reciclados são um importante motor para a procura e gestão sustentável dos RCD. Ressalva-se ainda que o Conselho Alemão de Construção Sustentável avalia os edifícios que demonstram um compromisso excecional no cumprimento dos objetivos de sustentabilidade.

Foram identificados os principais obstáculos para alcançar uma gestão mais sustentável dos RCD na Alemanha, designadamente: i) a legislação ser muito heterogénea, onde a falta de uma regulamentação nacional para materiais de construção secundários levou à publicação de requisitos legais diferentes ao nível regional; ii) a falta de incentivos económicos, uma vez que as matérias-primas são muito abundantes na maioria das regiões da Alemanha e, portanto, são relativamente baratas quando comparadas com os materiais reciclados; iii) o setor público poderia impulsionar mais a procura por RCD reciclados, especialmente porque a legislação sobre resíduos exige uma utilização preferencial dos RCD em obras públicas; iv) a falta de fiscalização, porque os recursos humanos alocados para a aplicação da lei são insuficientes e as sanções são supostamente muito baixas e raramente aplicadas; e v) a falta de conhecimento, uma vez que muitos funcionários do setor público não possuem o conhecimento necessário sobre

regulamentação específica relevante para o uso dos RCD reciclados (BIO by Deloitte *et al.*, 2017).

Finlândia

Em 2012, a Finlândia produziu cerca de 16 milhões de toneladas de RCD. Visto não haver dados referentes ao ano 2012 sobre as quantidades de RCD reciclados, utilizam-se os dados de 2017, em que segundo BIO by Deloitte *et al.*, a Finlândia recuperou e reutilizou cerca de 12% de RCD.

Em 1999, foi publicada a Lei n.º 132/1999, alusiva ao uso do solo e à construção. O artigo 154.º refere que a demolição de um edifício, ou parte, dele deve ser organizada de forma a possibilitar a reutilização de componentes e o processamento dos RCD (Deloitte *et al.*, 2015a).

Foi promulgado, em 1999, o Decreto n.º 895/1999, também referente ao uso do solo e construção. Este diploma apresenta requisitos sobre a sustentabilidade na construção, nomeadamente ao nível do impacto ambiental dos edifícios, cujo ciclo de vida dos materiais de construção e equipamentos deve ser avaliado em fase de projeto. Refere-se que deve ser dada especial atenção à possibilidade de substituição dos elementos de construção, através da existência de instruções de uso e manutenção estabelecidas para cada edifício. É ainda exigido que os pedidos de licença e de notificação relativos à construção ou demolição de um edifício, ou de parte dele, devem incluir uma descrição da quantidade e do tipo de RCD a produzir, com a respetiva classificação, a menos que a quantidade de resíduos estimada seja reduzida. Além disso, os pedidos de licença e as notificações devem informar, de forma autónoma, qualquer RCD que seja prejudicial à saúde humana ou ao ambiente e a forma como deve feita a sua gestão (Deloitte *et al.*, 2015a).

Em 2012, foi publicado o Decreto n.º 179/2012 relativamente aos resíduos que, no artigo 5.º refere que o projeto de construção deve garantir que a intervenção seja planeada e implementada de forma a que todos os materiais reutilizáveis sejam recuperados e reutilizados e que a atividade produza menos RCD. O artigo 16.º do mesmo decreto define as frações de RCD para as quais existe uma exigência mínima de recolha seletiva, devendo a sua recuperação proceder-se de forma organizada (Deloitte *et al.*, 2015a).

Segundo BIO by Deloitte (2015) existe uma simplificação de requisitos regulamentares com o objetivo de promover a incorporação de RCD reciclados em misturas betuminosas. Desta forma, os RCD fragmentados são utilizados com sucesso em infraestruturas, há cerca de 20 anos, para substituir agregados naturais (Deloitte *et al.*, 2015a).

Ao nível das principais oportunidades para alcançar uma gestão mais sustentável dos RCD na Finlândia, destacam-se (BIO by Deloitte *et al.*, 2017): i) implementar um esquema de controlo de qualidade na produção destes resíduos; ii) consciencializar sobre os riscos relacionados com os compostos perigosos nos produtos de construção; iii) promover iniciativas para encontrar novas soluções para a reciclagem da madeira, uma vez que é uma fração importante na Finlândia, pelas características dos edifícios; iv) estipular metas para reciclagem de materiais específicos; v) estabelecer procedimentos no âmbito de concursos públicos; vi) identificar e melhorar a

imagem de mercado dos produtos com RCD reciclados, incentivando o apoio público a casos de demonstração e à investigação; e vii) desenvolver a rotulagem de produtos contendo materiais reciclados, especialmente a marcação CE de produtos de construção reutilizáveis.

Por outro lado, foram identificados os principais obstáculos para alcançar uma gestão mais sustentável dos RCD neste país, a saber (BIO by Deloitte *et al.*, 2017): i) os padrões regulamentares dos produtos de construção não têm em consideração as características especiais do material reciclado e, portanto, não oferecem suporte à reciclagem (por exemplo, não existe um padrão adequado para a incorporação de agregados de betão reciclado em betão novo); ii) a confiança dos consumidores em produtos reciclados ainda é baixa; iii) os custos associados às operações de desmantelamento/demolição, triagem, tratamento, controlo de qualidade e auditoria de pré-demolição são muito elevados; iv) o papel do setor público na promoção da reciclagem continua a ser muito baixo; v) os dados no local de construção relativamente à quantidade e qualidade dos materiais/RCD não existe e, portanto não é possível efetuar a rastreabilidade; e vi) deveria existir uma adaptação e simplificação da regulamentação, juntamente com a redução de burocracia, com o objetivo de incentivar a reciclagem.

4.3 Perceção, grau de conhecimentos e importância atribuída pelos intervenientes nas áreas de projeto e do setor da construção, relativamente aos processos de demolição seletiva

No presente subcapítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos no questionário, organizados nas seguintes categorias de variáveis:

- Caracterização dos inquiridos;
- Perceção dos inquiridos sobre demolição seletiva/desconstrução;
- Práticas das empresas.

4.3.1 Caracterização dos inquiridos

Profissão (Q21)

Como se indicou na metodologia, a variável profissão foi a variável de grupo utilizada para testar as hipóteses sobre as diferenças entre engenheiros e arquitetos relativamente aos conhecimentos, perceção e importância atribuída à demolição seletiva.

Da amostra de 79 inquiridos, 39% pertencem ao grupo dos arquitetos (G1), 38% ao grupo dos engenheiros (G2) e 23% ao grupo outros (G3), no qual se incluíram profissões diversas como técnicos e administrativos (Figura 4.4).

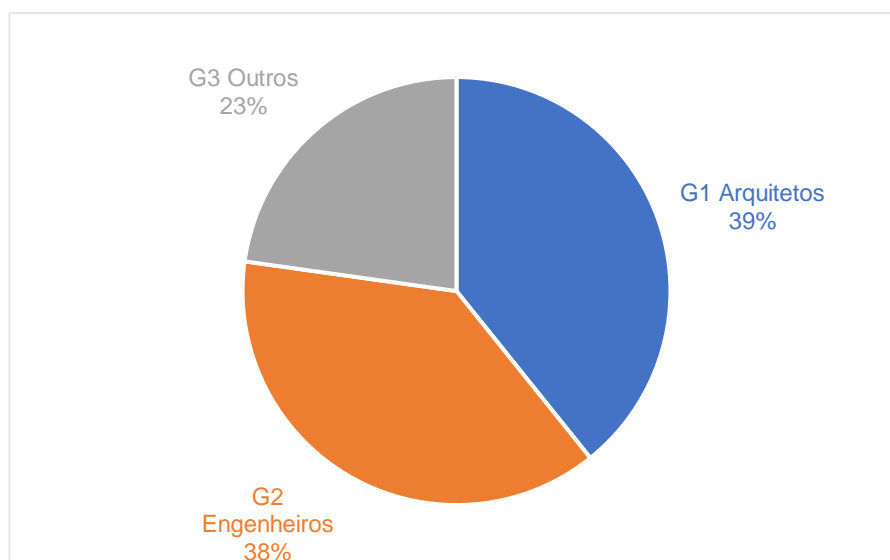


Figura 4.4 Profissão dos inquiridos

Género (Q19)

Como se pode observar na Figura 4.5, cerca de 47% dos inquiridos são do sexo feminino e 53% do sexo masculino. As diferenças entre os grupos são estatisticamente significativas ($\chi^2(2) = 13,343$; $p \leq 0,001$), verificando-se que nos grupos 1 e 2 a percentagem de homens é superior à das mulheres, enquanto que no grupo 3 predominam as mulheres.

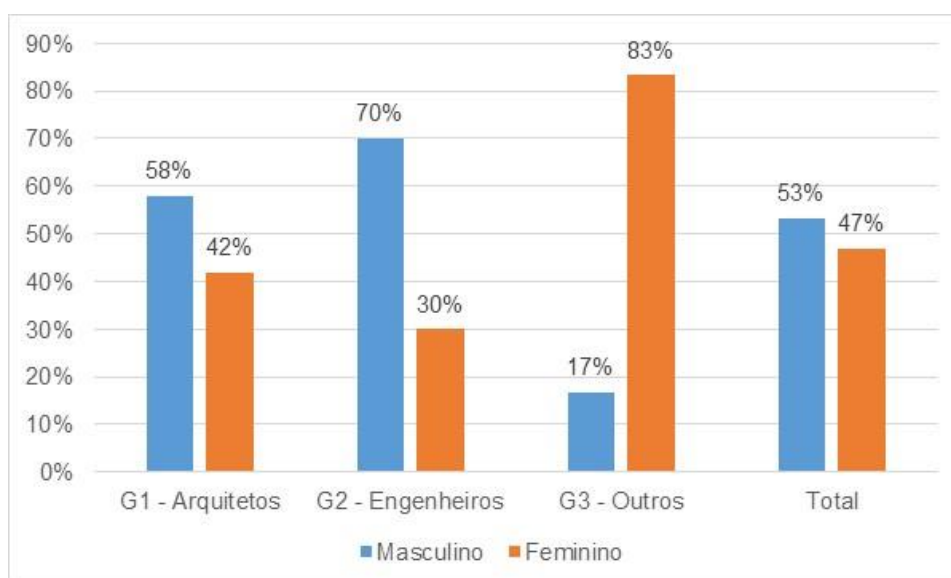


Figura 4.5 Género dos inquiridos

Idade (Q20)

A idade média dos inquiridos é de 42,1 anos, não sendo as diferenças entre grupos estatisticamente significativas (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 Idade dos inquiridos

Questão	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	Teste estatístico
Idade média (anos)	44,5	41,6	38,8	42,1	$F(2,76) = 1,539$; $\rho \leq 0,221$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Natureza da atividade profissional (Q.1)

No que se refere à natureza da atividade profissional dos inquiridos, os grupos diferem entre si de forma estatisticamente significativa. As principais diferenças dizem respeito aos inquiridos que trabalham a título individual, sendo que os arquitetos são os que apresentam mais casos de ocorrência desta situação, apresentando valores de 48%. E ainda, é verificável que os engenheiros são os que mais trabalham por conta de outrem, cerca de 96% (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 Natureza da atividade profissional

Opções de resposta	Percepção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Título individual	48,4	13,3	5,6	25,3	$\chi^2(2) = 14,723$; $\rho \leq 0,001$
Conta de outrem	58,1	96,7	94,4	81,0	$\chi^2(2) = 17,503$; $\rho \leq 0,001$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Atividade profissional em projetos que envolvem a demolição seletiva (Q.15)

Em relação à envolvimento dos inquiridos em projetos com processo de demolição seletiva/desconstrução (Tabela 4.5), verifica-se que 47% dos inquiridos já trabalhou em projetos desta categoria, cerca de 31% trabalha atualmente, mas 32% nunca trabalhou. As diferenças entre grupos não são estatisticamente significativas.

Tabela 4.5 Envolvência dos inquiridos em projetos com processo de demolição seletiva

Opções de resposta	Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Trabalha atualmente	24,1	40,0	23,1	30,6	$\chi^2 (2) = 2,167; \rho \leq 0,338$
Já trabalhou	44,8	50,0	46,2	47,2	$\chi^2 (2) = 0,166; \rho \leq 0,921$
Nunca trabalhou	41,4	20,0	38,5	31,9	$\chi^2 (2) = 3,410; \rho \leq 0,182$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Região do país onde trabalha (Q.22)

Como se pode observar pelos valores apresentados na Tabela 4.6, a amostra dos 79 inquiridos distribui-se um pouco por todo o país, predominando contudo as regiões do Norte e Lisboa e Vale do Tejo, com 35,4% e 40,5%, respetivamente. Todas as respostas desta questão foram tratadas segunda a razão de verossimilhança, e onde apenas a Região Autónoma dos Açores apresenta diferenças estatisticamente significativas, justificado por nenhum dos inquiridos do grupo 1 “arquitetos” trabalhar nesta região.

Tabela 4.6 Região onde o inquirido trabalha

Opções de resposta	Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Alentejo	6,5	13,3	11,1	10,1	$G^2 (2) = 0,851; \rho \leq 0,653$
Algarve	9,7	16,7	11,1	12,7	$G^2 (2) = 0,711; \rho \leq 0,701$
Centro	25,8	36,7	27,8	30,4	$G^2 (2) = 0,925; \rho \leq 0,630$
Lisboa e Vale do Tejo	41,9	43,3	33,3	40,5	$G^2 (2) = 0,510; \rho \leq 0,775$
Norte	41,9	26,7	38,9	35,4	$G^2 (2) = 1,674; \rho \leq 0,433$
Região Autónoma dos Açores	0,0	10,0	16,7	7,6	$G^2 (2) = 6,739; \rho \leq 0,034$
Região Autónoma da Madeira	3,2	10,0	5,6	6,3	$G^2 (2) = 1,212; \rho \leq 0,545$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

4.3.2 Percepção dos inquiridos sobre demolição seletiva/desconstrução

Para analisar as diferenças de conhecimento dos grupos em análise face ao processo de demolição seletiva/desconstrução, foram comparadas as respostas sobre a sua percepção do conceito e as fases implicadas neste, bem como a percepção que os inquiridos têm relativamente ao grau de conhecimento que consideram ter sobre o processo de demolição seletiva.

Os resultados obtidos para a questão (Q.12) “Como avalia o seu grau de conhecimento sobre o conceito de demolição seletiva/desconstrução”, medida numa escala de Likert de 5 pontos, com os extremos entre o 1 “não sei nada” e o 5 “sei bastante”, apresentam-se na Tabela 4.7. Verifica-se que a percepção geral dos inquiridos é positiva e moderada (3,25), e que as diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, apresentando o grupo dos engenheiros um valor médio superior (3,77) ao dos arquitetos (3,10), sendo o grupo “outros” o que revelou ter um nível de conhecimento sobre o conceito de demolição seletiva mais baixo (2,67).

Tabela 4.7 Grau de conhecimento dos inquiridos sobre o conceito de demolição seletiva

Questão	Valor médio da escala de 1 a 5, sendo 1 “não sei nada” e 5 “sei bastante”				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Grau de conhecimento sobre o conceito de demolição seletiva	3,10	3,77	2,67	3,25	F (2,76) = 6,269; $p \leq 0,003$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Em relação à percepção sobre em que consiste o processo de demolição seletiva (Q.13), observou-se que a maioria dos inquiridos (89%) respondeu que consiste em “desmantelar e desconstruir uma edificação, de forma faseada, potenciando a recuperação de materiais para reutilização e de resíduos para reciclagem” (Tabela 4.8), o que corresponde à opção mais completa, como referido na revisão de literatura. Contudo, as diferenças entre grupos são estatisticamente significativas, verificando-se que as principais diferenças dizem respeito ao grupo 1 (arquitetos), que apenas selecionou esta opção de resposta, enquanto que no grupo 2 (engenheiros), os inquiridos selecionaram as três opções, embora a maioria tenha também selecionado também a opção mais completa.

Tabela 4.8 Percepção dos inquiridos sobre o conceito de demolição seletiva

Opções de resposta	Percepção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Separar os resíduos perigosos no local de obra	0,0	3,3	7,7	3,0	G ² (6) =13,840; $\rho \leq 0,031$
Desmantelar e desconstruir uma edificação, de forma faseada, potenciando a recuperação de materiais para reutilização e de resíduos para reciclagem	100,0	76,7	92,3	89,0	
Triar os resíduos no local de obra	0,0	10,0	0,0	4,0	
Desmantelar e desconstruir uma estrutura específica para recuperar resíduos para reciclagem	0,0	10,0	0,0	4,0	

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Tendo em conta a percepção dos inquiridos sobre em que consiste a demolição seletiva, foi importante perceber a opinião dos inquiridos sobre quais as fases que estão implicadas na demolição seletiva (Q.14). Deste modo, através da Tabela 4.9 verifica-se que os inquiridos são da opinião que as fases de projeto (78%) e de obra (76%) são as mais importantes para o processo de demolição seletiva, seguindo-se a fase de pré-obra (65%) e fase de tratamento de resíduos (58%). Estatisticamente, as diferenças entre grupos não são significativas.

De acordo com a revisão de literatura efetuada, observa-se que ambas as fases identificadas pelos inquiridos como as principais fases implicadas na demolição seletiva são bastante importantes para este processo. Existe a necessidade de fazer os projetos a pensar na perspetiva da sua futura demolição, bem como a fase de obra que deve ter em conta a criação de sistemas visíveis e fáceis de desmontar, utilizando um limite de materiais de fácil identificação e facilmente separáveis e com sistemas simplificados, de forma a facilitar o processo de desmantelamento.

Tabela 4.9 Percepção dos inquiridos sobre as fases implicadas na demolição seletiva

Opções de resposta	Percepção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Fase de projeto	82,8	70,0	84,6	77,8	$\chi^2 (2) = 1,818;$ $\rho \leq 0,403$
Fase pré-obra (preparação do estaleiro)	65,5	70,0	53,8	65,3	$\chi^2 (2) = 1,045;$ $\rho \leq 0,593$
Fase de obra	72,4	80,0	76,9	76,4	$\chi^2 (2) = 0,473;$ $\rho \leq 0,789$
Fase de tratamento dos resíduos	62,1	53,3	61,5	58,3	$\chi^2 (2) = 0,530;$ $\rho \leq 0,767$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Como se referiu na metodologia, e tendo em conta a revisão de literatura, é muito importante perceber quais as barreiras que os principais intervenientes, nas áreas de projeto e de obra no setor da construção, consideram como mais importantes pois só desta forma é possível otimizar o processo e torná-lo uma prática comum em Portugal.

Na Figura 4.6 apresenta-se a distribuição das respostas obtidas para o grau de importância que os inquiridos atribuem às eventuais barreiras para a demolição seletiva/desconstrução (Q17). Através da observação desta figura, verifica-se que os inquiridos atribuem um grau de importância considerável a todas as potenciais barreiras.

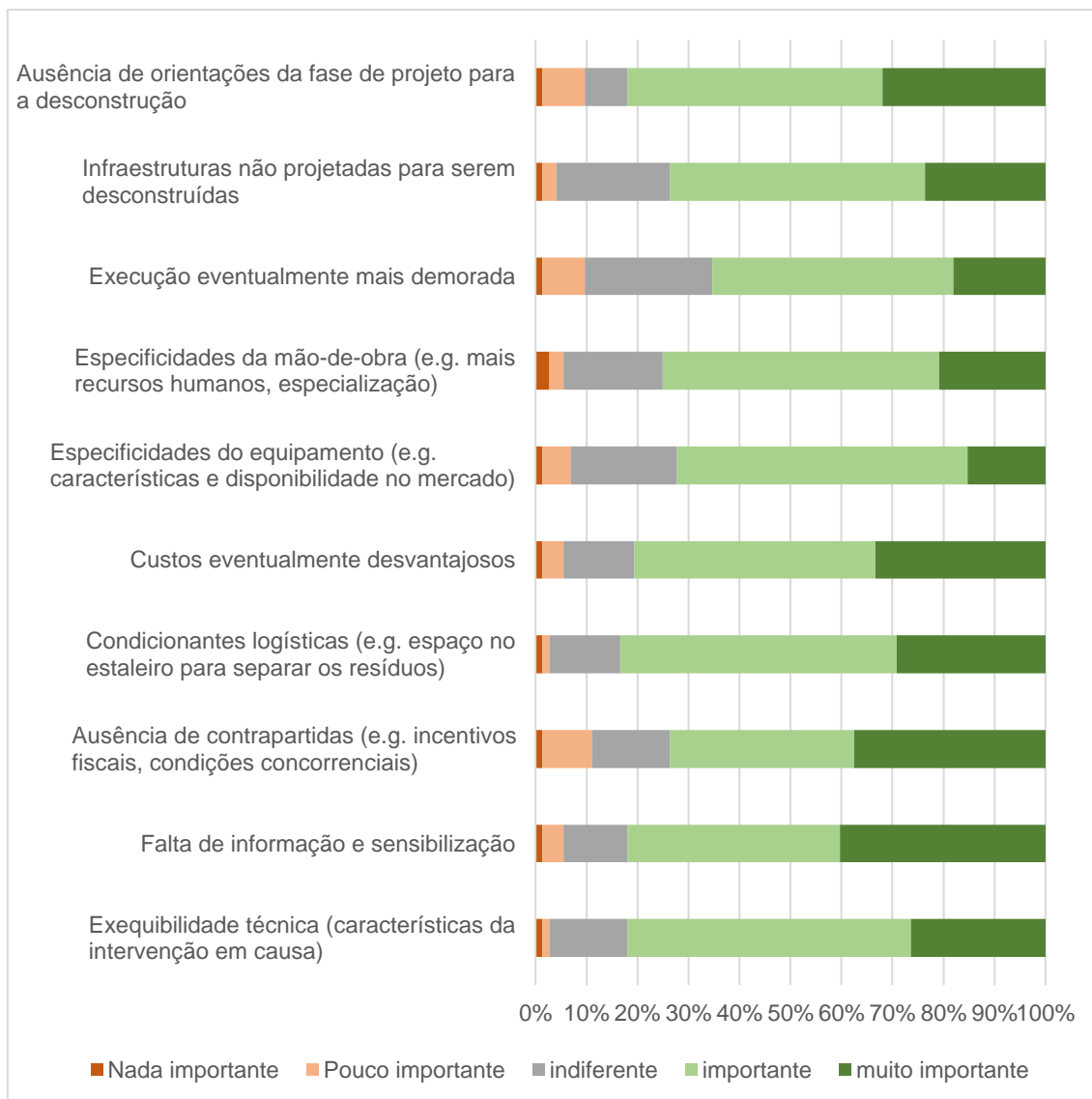


Figura 4.6 Percepção dos inquiridos sobre a importância das diferentes barreiras para a demolição seletiva/desconstrução

Em relação aos testes estatísticos, referentes a esta pergunta (Tabela 4.10), observa-se que apenas a categoria “Falta de informação e sensibilização” apresenta diferenças estatisticamente significativas entre grupos, tendo o grupo dos engenheiros, comparativamente aos grupos dos arquitetos e outros, atribuído menos importância a esta barreira. Esta foi também a categoria que obteve um valor médio superior para o conjunto dos inquiridos (4,15).

Embora os valores totais médios sejam elevados para todas as categorias, a categoria que obteve um valor mais baixo (3,72) foi a “Execução eventualmente mais demorada”. Mostra que, apesar da revisão de literatura apresentar como uma das principais desvantagens deste método a maior morosidade do processo, os inquiridos não são da opinião que este facto, embora importante, seja a barreira mais importante para a demolição seletiva/desconstrução.

Tabela 4.10 Grau de importância atribuído pelos inquiridos às barreiras para a demolição seletiva/desconstrução

Opções de resposta	Valor médio da escala de 5 pontos, com os extremos entre 1 “nada importante” e 5 “muito importante”				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Ausência de orientações da fase de projeto para a desconstrução	4,07	3,90	4,23	4,03	$F(2,69) = 0,609;$ $\rho \leq 0,547$
Infraestruturas não projetadas para serem desconstruídas	4,03	3,73	4,08	3,92	$F(2,69) = 1,260;$ $\rho \leq 0,290$
Execução eventualmente mais demorada	3,66	3,70	3,92	3,72	$F(2,69) = 0,400;$ $\rho \leq 0,672$
Especificidades da mão-de-obra	3,90	3,87	3,85	3,88	$F(2,69) = 0,017;$ $\rho \leq 0,983$
Especificidades do equipamento	3,69	3,83	3,92	3,79	$F(2,69) = 0,422;$ $\rho \leq 0,657$
Custos eventualmente desvantajosos	3,97	4,13	4,15	4,07	$F(2,69) = 0,337;$ $\rho \leq 0,715$
Condicionantes logísticas	4,00	4,03	4,38	4,08	$F(2,69) = 1,195;$ $\rho \leq 0,309$
Ausência de contrapartidas	4,03	3,87	4,15	3,99	$F(2,69) = 0,401;$ $\rho \leq 0,671$
Falta de informação e sensibilização	4,41	3,83	4,31	4,15	$F(2,69) = 3,551;$ $\rho \leq 0,034$
Exequibilidade técnica	4,07	3,97	4,15	4,04	$F(2,69) = 0,287;$ $\rho \leq 0,751$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Quanto ao grau de importância que os inquiridos atribuíram aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução (**Q16**), os inquiridos selecionaram, principalmente como “muito importante” duas categorias: “separar os resíduos perigosos, para evitar contaminação” e “encaminhar os resíduos para destinos licenciados, para valorização” (Figura 4.7).

Segundo a revisão de literatura era esperado que fossem selecionadas como “muito importante” as categorias que envolviam o planeamento da desconstrução na fase de projeto (como as duas primeiras categorias apresentadas), bem como a contratação de técnicos com conhecimentos especializados e a utilização de equipamentos apropriados para o processo em questão.

Apesar disso, observa-se ainda que em todas as outras categorias, os inquiridos, selecionaram como muito importante e importante de forma muito semelhante. À exceção da categoria “implementar auditorias de pré-demolição” que foi menos selecionada como muito importante e apenas como importante, este facto pode ser justificado pela falta de informação dos inquiridos sobre esta temática. Deste modo, é possível concluir que os inquiridos são da opinião que todas as categorias expostas são importantes para o processo de demolição seletiva/desconstrução (Figura 4.6).

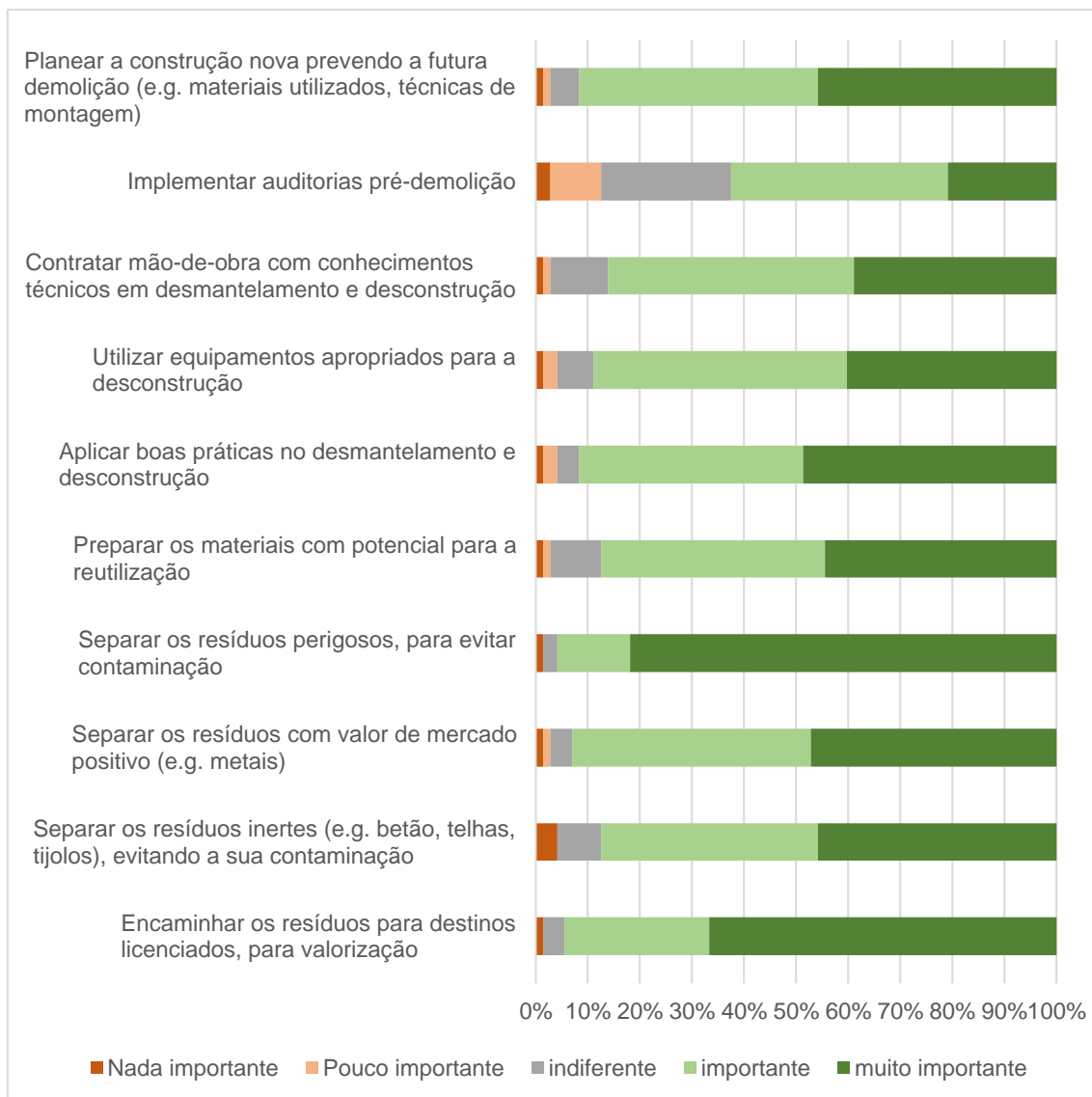


Figura 4.7 Grau de importância atribuído pelos inquiridos aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução

No que se refere ao tratamento estatístico relativamente a esta questão, verificou-se que não existem diferenças estatisticamente significativas em nenhuma categoria (Tabela 4.11). Os valores médios obtidos para cada fator colocado à avaliação dos inquiridos, medidos numa escala de Likert de 5 pontos, com os extremos entre o 1 – nada importante e o 5 – muito importante, são todos positivos e muito semelhantes nos dois grupos.

Tabela 4.11 Grau de importância atribuído aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução

Opções de resposta	Valor médio da escala de 5 pontos, com os extremos entre 1 “nada importante” e 5 “muito importante”				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Out.	Total	
Planejar a construção nova prevendo a futura demolição	4,45	4,20	4,38	4,33	$F(2,69) = 0,799$; $\rho \leq 0,454$
Implementar auditorias pré-demolição	3,72	3,47	4,08	3,68	$F(2,69) = 1,756$; $\rho \leq 0,180$
Contratar mão-de-obra com conhecimentos técnicos em dismantelamento e desconstrução	4,21	4,07	4,54	4,21	$F(2,69) = 1,588$; $\rho \leq 0,212$
Utilizar equipamentos apropriados para a desconstrução	4,24	4,07	4,62	4,24	$F(2,69) = 2,130$; $\rho \leq 0,127$
Aplicar boas práticas no dismantelamento e desconstrução	4,45	4,10	4,69	4,35	$F(2,69) = 2,976$; $\rho \leq 0,058$
Preparar os materiais com potencial para a reutilização	4,45	4,03	4,46	4,28	$F(2,69) = 2,446$; $\rho \leq 0,094$
Separar os resíduos perigosos, para evitar contaminação	4,83	4,57	5,00	4,75	$F(2,69) = 2,503$; $\rho \leq 0,089$
Separar os resíduos com valor de mercado positivo	4,28	4,37	4,54	4,36	$F(2,69) = 0,535$; $\rho \leq 0,588$
Separar os resíduos inertes, evitando a sua contaminação	4,31	4,20	4,23	4,25	$F(2,69) = 0,104$; $\rho \leq 0,901$
Encaminhar os resíduos para destinos licenciados, para valorização	4,59	4,43	4,92	4,58	$F(2,69) = 2,253$; $\rho \leq 0,113$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro; out. – outros

Foi também solicitado aos inquiridos que avaliassem, de acordo com o grau de importância, determinadas medidas que podem promover a demolição seletiva/desconstrução em Portugal (Q18). Como se pode observar pelos resultados presentes na Figura 4.8, todas as potenciais medidas para promover a demolição seletiva em Portugal foram bastante valorizadas pelos inquiridos, destacando-se contudo a categoria “informar e sensibilizar as entidades e os respetivos técnicos” como a medida que obteve um maior número de respostas na opção “muito importante”.

Outra medida que foi selecionada pelos inquiridos como “muito importante” foi “criar incentivos que promovam a utilização dos materiais e dos resíduos tratados provenientes da desconstrução”. As outras medidas foram todas selecionadas como “importantes” para a promoção da demolição seletiva/desconstrução em Portugal. Os resultados revelam que estas medidas podem tornar este processo como o principal de demolição no país.



Figura 4.8 Percepção dos inquiridos sobre a importância de medidas para a promoção da demolição seletiva/desconstrução em Portugal

Os testes estatísticos relativos a esta questão, presentes na Tabela 4.12, revelam que existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos nas medidas “Incentivar o design de produtos que promovam a sua reutilização e reciclagem” e “Informar e sensibilizar as entidades e os respetivos técnicos”, tendo, em ambos os casos, sido o grupo dos engenheiros a atribuir uma menor importância.

E, em termos globais, a medida que os inquiridos valorizaram menos foi “Obrigar, via legislação, e em determinadas condições, a realização de auditorias de pré-demolição”, o que poderá revelar talvez a existência de uma lacuna de informação em relação a este tema.

Tabela 4.12 Grau de importância atribuído pelos inquiridos às medidas que poderão promover a demolição seletiva/desconstrução em Portugal

Opções de resposta	Valor médio da escala de 5 pontos, com os extremos entre 1 “nada importante” e 5 “muito importante”				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Obrigar, via legislação, que a conceção de novos edifícios considere a futura demolição seletiva	3,97	3,47	4,08	3,78	$F(2,69) = 2,461$; $\rho \leq 0,093$
Obrigar, via legislação, e em determinadas condições, a realização de auditorias de pré-demolição	3,52	3,43	3,85	3,54	$F(2,69) = 0,773$; $\rho \leq 0,466$
Obrigar, via legislação, e em determinadas condições, a demolição seletiva	4,03	3,77	4,15	3,94	$F(2,69) = 0,840$; $\rho \leq 0,436$
Criar um guia padronizado para a demolição seletiva	4,31	3,87	4,23	4,11	$F(2,69) = 2,250$; $\rho \leq 0,113$
Criar incentivos que promovam a utilização dos materiais e dos resíduos tratados provenientes da desconstrução	4,55	4,07	4,31	4,31	$F(2,69) = 2,613$; $\rho \leq 0,081$
Certificar as empresas que procedem à demolição seletiva e que recuperam os materiais e os resíduos	3,97	3,57	4,08	3,82	$F(2,69) = 1,408$; $\rho \leq 0,252$
Promover a fiscalização dos processos de demolição seletiva	4,03	3,70	4,00	3,89	$F(2,69) = 1,242$; $\rho \leq 0,295$
Desincentivar a deposição dos resíduos em aterro sanitário	4,31	3,87	4,08	4,08	$F(2,69) = 1,904$; $\rho \leq 0,157$
Incentivar o design de produtos que promovam a sua reutilização e reciclagem	4,45	3,63	4,46	4,11	$F(2,69) = 8,928$; $\rho \leq 0,001$
Informar e sensibilizar as entidades e os respetivos técnicos	4,62	4,10	4,54	4,39	$F(2,69) = 3,684$; $\rho \leq 0,030$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

4.3.3 Práticas das empresas

Relativamente às áreas em que as entidades desempenham a sua atividade (**Q.2**) verificou-se que as empresas que desempenham atividade na área de arquitetura, desenvolvem mais intervenções na fase de projeto (56%). As empresas de engenharia e do setor da construção desenvolvem a sua atividade mais na fase de obra (ambas com 53%) (Figura 4.9). E verifica-se que menos empresas são de consultoria e, que desenvolvem as suas atividades mais na fase de projeto (34%) do que na fase de obra (28%). A questão **Q.3** foi tratada de modo a ser incluída nas respostas da questão anterior.

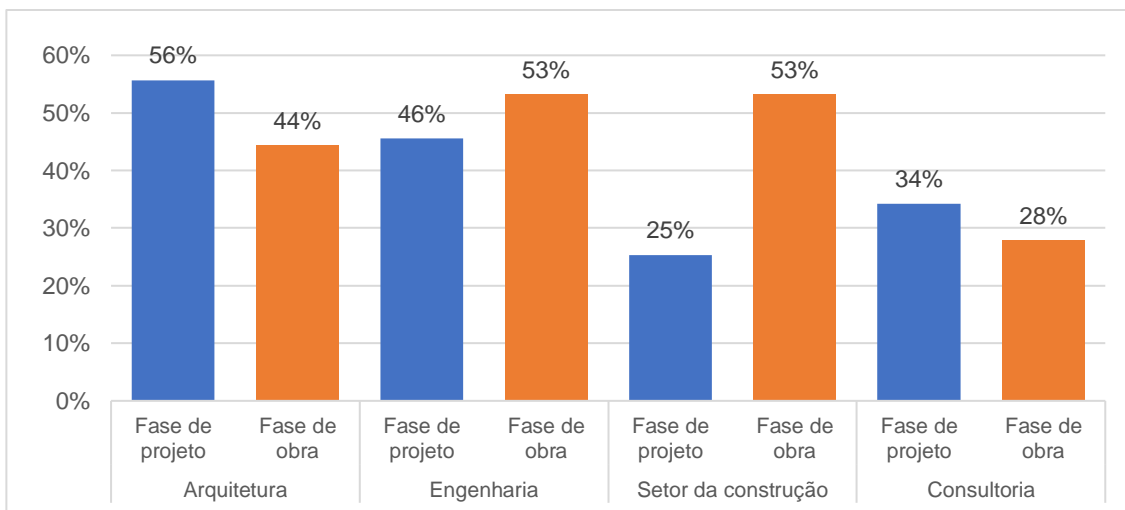


Figura 4.9 Áreas em que as entidades desempenham a sua atividade

Quanto ao tipo de empresa em que os inquiridos trabalham (**Q.4**), cerca de 48% afirmaram trabalhar numa empresa de construção (Tabela 4.13). Onde é importante destacar que existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos, onde o grupo 2 “engenheiros” é o grupo que apresenta mais inquiridos a trabalhar nesta área, com cerca de 25%. Já o grupo 3 “outros” caracterizado por ser principalmente constituído por técnicos de qualidade, ambiente e segurança do trabalho, verifica-se que apenas cerca de 17% dos inquiridos deste grupo trabalham em empresas de construção. Por último, o grupo 1 “arquitetos” é o que menos trabalha neste tipo de empresas, com apenas cerca de 6%.

Tabela 4.13 Percentagem de inquiridos que trabalha numa empresa de construção

Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
16,1	66,7	72,2	48,1	$\chi^2 (2) = 21,031; p \leq 0,001$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Em relação à classe máxima de alvará das empresas de construção (**Q.5**), foram enviados convites de participação para as que possuem classe máxima de alvará 5 a 9, que se ponderou englobar as empresas de construção com características que lhes permite executar com maior facilidade processos de demolição seletiva. Verificou-se que cerca de 34% das empresas registou uma classe de alvará correspondente a 5 (Figura 4.10), sendo a classe predominante nas respostas obtidas. No entanto, registaram-se respostas provenientes de classes de alvará inferiores a 5 (17%), que são respostas provenientes do contacto feito através do Portal da Construção Sustentável, e por desatualização da base de dados obtida do Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção.

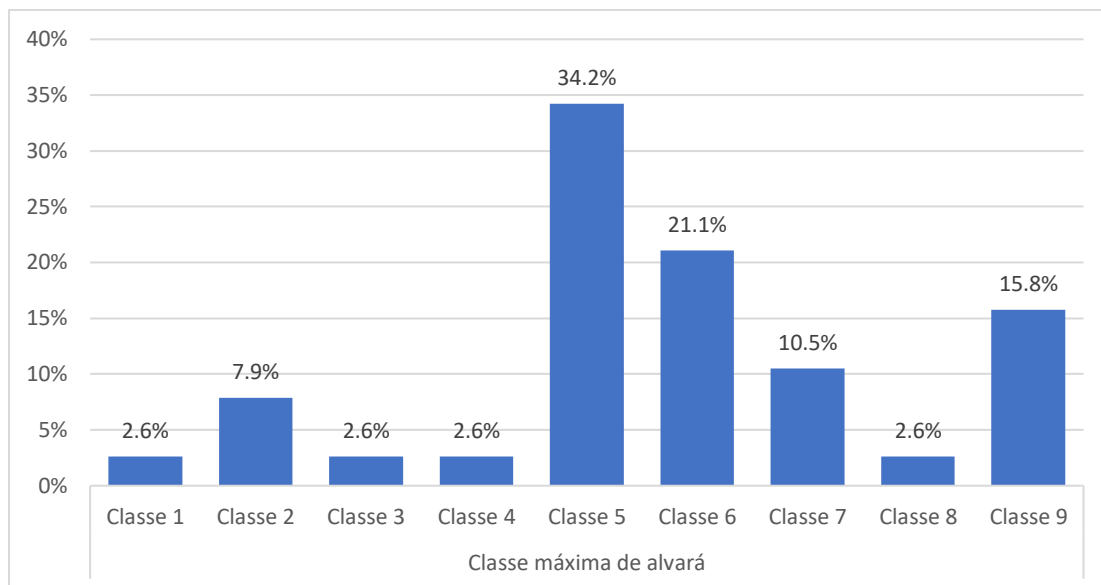


Figura 4.10 Classe máxima de alvará das empresas de construção

Relativamente à questão “Com que frequência são realizados processos de demolição seletiva/desconstrução pela entidade onde trabalha” (Q.6), cujos resultados se apresentam na Figura 4.11, verifica-se que este processo “nunca” ou “poucas vezes” é realizado nas empresas onde os inquiridos trabalham (56% dos inquiridos selecionaram estas duas categorias de resposta). Apenas referiram “muitas vezes” 12 casos (15%) e “algumas vezes” 23 casos (29%).

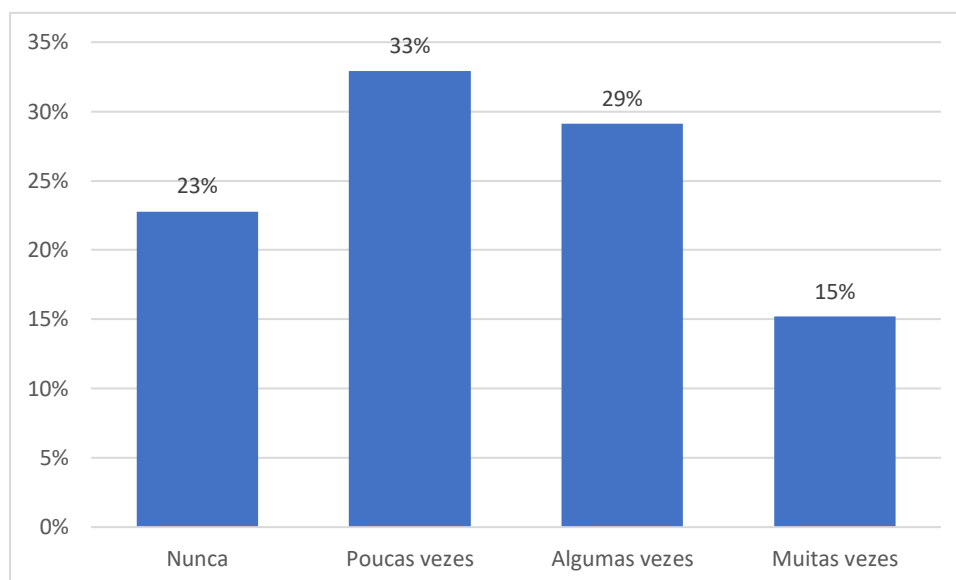


Figura 4.11 Frequência com que são realizados processos de demolição seletiva pela entidade

O valor médio obtido para a escala de frequência com que são realizados processos de demolição seletiva/desconstrução pelas entidades onde os inquiridos trabalham foi de 2,37, não sendo as diferenças entre os valores médios obtidos para cada grupo ($G1 = 2,32$; $G2 = 2,47$;

G3 = 2,37) estatisticamente significativas ($F(2,76) = 0,245$; $p \leq 0,783$) entre grupos. Aos inquiridos que responderam que “nunca” são realizados processos de demolição seletiva/desconstrução pela entidade que representam (18 casos), foi-lhes pedido que identificassem o motivo para isso acontecer (Q.10). Como se pode observar na Figura 4.12, para 10 inquiridos o principal motivo é “não é prática habitual da empresa”, tendo 5 inquiridos afirmado “desconhecer os motivos” desta opção. As restantes categorias de respostas foram seleccionadas apenas por 2 ou 1 inquiridos.

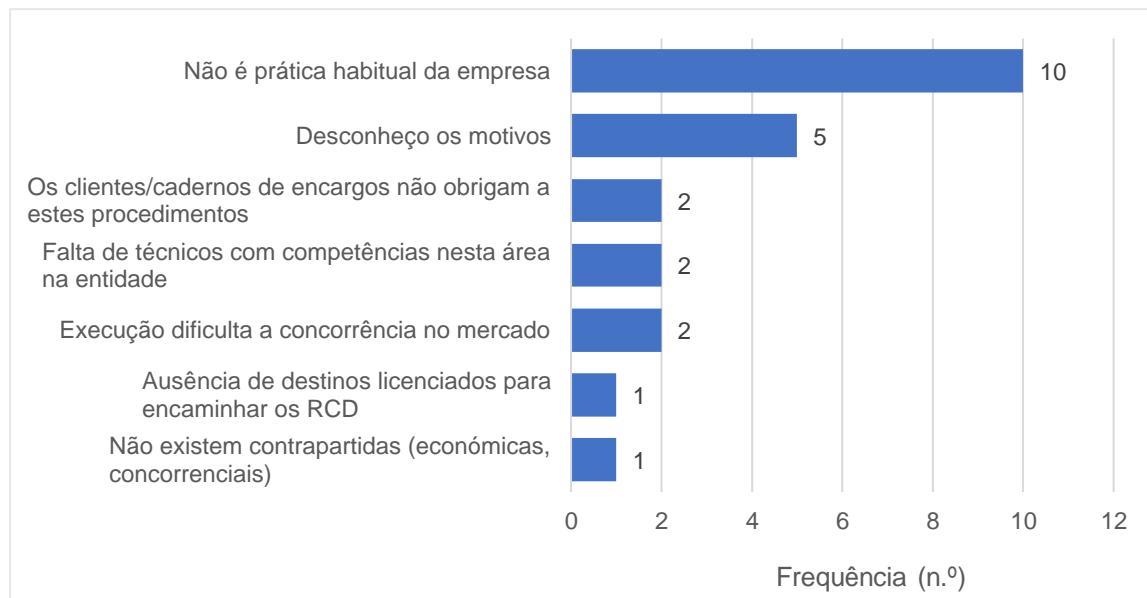


Figura 4.12 Motivos pelos quais a entidade nunca realizou demolição seletiva/desconstrução

Aos inquiridos que responderam que a entidade para a qual trabalham realiza “poucas vezes”, “algumas vezes” ou “muitas vezes” processos de demolição seletiva/desconstrução, foi-lhes solicitado que indicassem os motivos para a realizarem (Q.7).

Desta forma, através da Figura 4.13 constata-se que o principal motivo é pela “imposição do cliente/caderno de encargos” (56%), seguido da “consciência ambiental da entidade” (39%). Verifica-se ainda que para 31% dos inquiridos as empresas têm conhecimento das vantagens do ponto de vista técnico e operacional associadas à demolição seletiva. Por outro lado, verifica-se que existem inquiridos (7%) que desconhecem os motivos pelo qual a entidade realizou processos de demolição seletiva, e que as entidades não procedem a este método por requisitos de certificação da empresa (11%), podendo estar associado ao facto de não existirem atualmente formatos de certificação relacionados com este método.

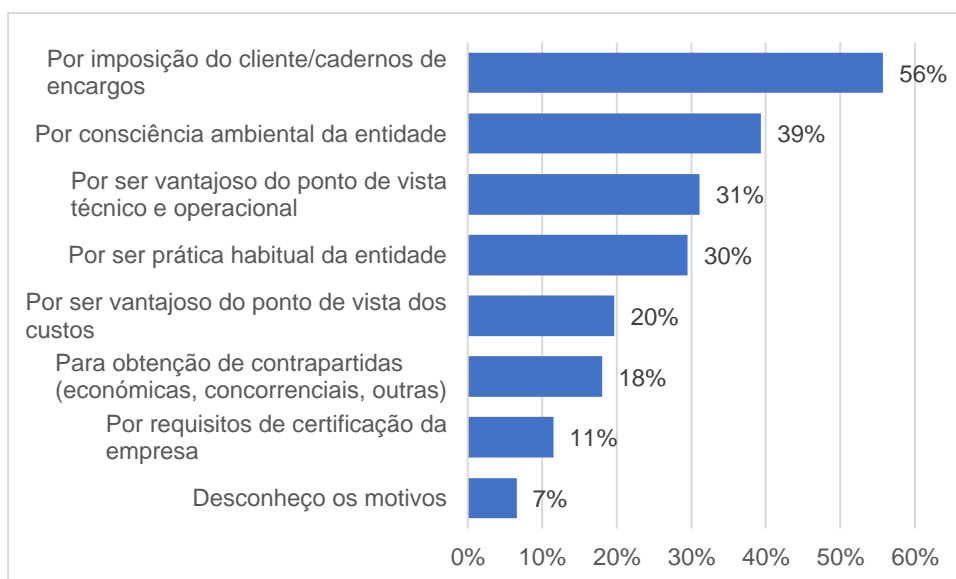


Figura 4.13 Motivos que levam a empresa a realizar demolição seletiva/desconstrução

Pelos testes estatísticos relativos aos motivos que levaram as entidades a realizar demolição seletiva/desconstrução, presentes na Tabela 4.14, é possível verificar que existem diferenças estatisticamente significativas apenas em duas categorias de resposta, nomeadamente “imposição do cliente/cadernos de encargos” e “vantajoso do ponto de vista dos custos”. Deste modo, constata-se que em ambas as respostas, o grupo 2 “engenheiros” foi o que mais selecionou estas opções. Foi ainda possível verificar que, em termos globais, o principal motivo assinalado pelos inquiridos é “imposição do cliente/cadernos de encargos” (56%) e o menos relevante é “requisitos de certificação” (12%).

Tabela 4.14 Motivos que levam a entidade a realizar demolição seletiva/ desconstrução

Opções de resposta	Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Prática habitual	25,0	37,5	23,1	29,5	$\chi^2 (2) = 1,230$; $p \leq 0,541$
Consciência ambiental	45,8	41,7	23,1	39,3	$\chi^2 (2) = 1,919$; $p \leq 0,383$
Requisitos de certificação	12,5	12,5	7,7	11,5	$G^2 (2) = 0,253$; $p \leq 0,881$
Imposição do cliente/ cadernos de encargos	25,0	83,3	61,5	55,7	$\chi^2 (2) = 16,777$; $p \leq 0,001$
Obtenção de contrapartidas	12,5	29,2	7,7	18,0	$G^2 (2) = 3,460$; $p \leq 0,177$
Vantajoso do ponto de vista técnico e operacional	37,5	33,3	15,4	31,1	$\chi^2 (2) = 2,011$; $p \leq 0,366$

Opções de resposta	Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
	G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Vantajoso do ponto de vista dos custos	20,8	29,2	0,0	19,7	$G^2(2) = 6,952$; $\rho \leq 0,031$
Desconheço os motivos	8,3	0,0	15,4	6,6	$G^2(2) = 4,598$; $\rho \leq 0,100$

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

Quanto ao tipo de obra em que são realizados processos de demolição seletiva/desconstrução (Q.8), pode observar-se na Tabela 4.15 que são realizados principalmente em obras particulares (75%), mas também em obras públicas (61%). Analisando as diferenças entre grupos, constata-se que apenas para o caso das obras públicas as diferenças são significativas, tendo selecionado esta opção uma percentagem superior de engenheiros (83%) comparativamente aos restantes grupos. A resposta “não sei” foi tratada através da razão de verossimilhança pois não apresenta resposta suficientes para a aplicação do teste estatístico Qui-quadrado de Pearson e não apresenta diferenças estatisticamente significativas.

Relativamente ao facto de optar por processos de demolição seletiva/desconstrução obrigar a entidade a subcontratar (Q9), cerca de 49% dos inquiridos afirmaram que existe essa necessidade, cerca de 38% indicaram que não e 13% desconhecem se a entidade é obrigada a subcontratar (Tabela 4.15). Estes resultados também não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

Tabela 4.15 Tipo de obra em que são realizados processos de demolição seletiva/ desconstrução e necessidades de subcontratação nesses processos

Questão	Opções de resposta	Perceção dos inquiridos (%)				Teste estatístico
		G1 Arq.	G2 Eng.	G3 Outros	Total	
Tipo de obra em que são realizados processos de demolição seletiva/ desconstrução	Obras públicas	41,7	83,3	53,8	60,7	$\chi^2(2) = 9,051$; $\rho \leq 0,011$
	Obras particulares	70,8	79,2	76,9	75,4	$\chi^2(2) = 0,470$; $\rho \leq 0,791$
	Não sei	4,2	0,0	7,7	3,3	$G^2(2) = 2,240$; $\rho \leq 0,326$
Optar por processos de demolição seletiva/ desconstrução obriga a subcontratar	Sim	25,0	41,7	53,8	49,2	$G^2(4) = 4,222$; $\rho \leq 0,377$
	Não	16,7	8,3	15,4	37,7	
	Não sei	58,3	50,0	30,8	13,1	

Legenda: arq. – arquiteto; eng. – engenheiro

5 Conclusão

5.1 Síntese conclusiva

Um dos objetivos da presente dissertação consistiu em analisar o **conceito de demolição seletiva**, aferido através da meta-análise realizada para o período temporal posterior a 2004, constatando-se que sofreu algumas alterações ao longo dos anos. Inicialmente o conceito apenas contabilizava os materiais que poderiam ser reutilizados. Posteriormente, o conceito diversificou-se, passando a considerar o desmantelamento dos edifícios e a sua desconstrução, tornando assim mais evidente a importância dos materiais que podem ser reutilizados, mas também dos resíduos que podem ser reciclados. Outro aspeto importante foi a evolução do conceito para incluir as questões relacionadas com a fase de projeto, nomeadamente através da consideração dos aspetos relacionados com a conceção das construções e das auditorias de pré-demolição.

Por outro lado, e com o objetivo de **avaliar a relação da maturidade dos aspetos referentes à gestão de RCD com a obrigatoriedade simultânea da execução de processo de demolição seletiva e de auditorias de pré-demolição**, analisaram-se três países: Luxemburgo, Alemanha e Finlândia. Verificou-se que dos diferentes aspetos analisados, a maturidade do enquadramento legal é transversal nos três casos, e que para os restantes aspetos não existe um padrão regular. Por outro lado, verificou-se que apesar destes países apresentarem níveis de maturidade bastante elevados em muitos aspetos, as quantidades de RCD que são valorizados em cada um diferem bastante, não permitindo concluir sobre a relação entre os aspetos mencionados no início deste parágrafo.

Para além disso, outro objetivo consistiu em perceber quais as diferentes **perceções dos principais intervenientes na área de projeto e do setor da construção relativamente à demolição seletiva**. Para o efeito utilizou-se um questionário *online*, tendo sido recolhida uma amostra de 79 questionários, o que permitiu realizar uma análise exploratória sobre o tema. A variável de grupo para testar as hipóteses definidas foi a profissão: arquitetos, engenheiros e outros, sendo que a maioria dos inquiridos trabalha profissionalmente como arquitetos ou engenheiros (77% da amostra). Através desta amostra foi possível perceber as principais tendências de respostas e averiguar se existem diferenças entre os três grupos com base no número de respostas e nos respetivos testes estatísticos. Em relação à verificação das hipóteses definidas, e atendendo ao tratamento estatístico dos dados, conclui-se que na maioria dos casos não existem diferenças estatísticas significativas. De seguida são apresentados os principais resultados para quatro hipóteses testadas, identificadas e discutidas caso a caso.

Relativamente à **hipótese 1, referente ao conceito e aos fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva**, conclui-se que é aceite em relação ao conceito, pois existem diferenças entre os grupos, mas não é aceite em relação aos fatores que poderão contribuir para a sua execução, pois não existem diferenças estatisticamente significativas.

Especificamente sobre o conceito, o grupo 1 “arquitetos” não considera ter tanto conhecimento sobre a temática, mas quando pedido para definir em que consiste a demolição seletiva, todos os inquiridos selecionaram a mesma opção (a mais completa, de acordo com a revisão da literatura), mostrando que todos têm a mesma opinião e que possuem conhecimento sobre o tema. O grupo 2 “engenheiros” considera ter mais conhecimento sobre o tema, mas quando lhes foi pedido para selecionar em que consiste a demolição seletiva, os inquiridos deste grupo selecionaram todas as opções indicadas (embora dando mais ênfase à opção mais completa), mostrando que existem divergências de conhecimento. O grupo 3 “outros” é da opinião que tem menos conhecimento em relação aos outros dois grupos, sendo a opção mais selecionada para definir demolição seletiva a mais completa, embora tendo sido também selecionada a opção relativa à separação de resíduos perigosos, mostrando que existem inquiridos neste grupo com diferenças de conhecimento sobre o tema, à semelhança do grupo 2.

No que concerne aos fatores que os grupos consideram ser importantes para contribuir para uma eficiente demolição seletiva, os três grupos consideraram como mais importante a separação dos resíduos perigosos para evitar contaminação, o que, de acordo com a revisão de literatura, está mais relacionada com o conceito inicial de demolição seletiva, menos desenvolvido. Ainda em relação a esta questão, verifica-se que os três grupos são da opinião que implementar auditorias de pré-demolição não é um fator que pode contribuir para uma eficiente demolição seletiva, opondo-se à análise feita na revisão de literatura que mostra a importância desta ferramenta para melhorar o processo, na fase de projeto.

A **hipótese 2, relativa às fases que os grupos consideram implicadas na demolição seletiva**, não é aceite, pois apesar de existirem diferenças entre os grupos, estas não são estatisticamente significativas. Deste modo, o grupo 1 “arquitetos” e o grupo 3 “outros” são da opinião que a principal fase é a de projeto, enquanto que o grupo 2 “engenheiros” valoriza mais a fase de obra.

A **hipótese 3, referente às eventuais barreiras para implementação da demolição seletiva**, constata-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos para algumas opções, mas que na maioria dos casos não existem diferenças.

Verifica-se que cada grupo selecionou uma opção diferente como mais importante. No geral, foram identificadas como mais importantes, pelos diferentes grupos, as seguintes barreiras: custos eventualmente desvantajosos, condicionantes logísticas (e.g. espaço no estaleiro para separar os resíduos) e falta de informação e sensibilização. Neste último caso, referente à componente do conhecimento, existem diferenças estatísticas significativas entre grupos, com o grupo 2 “engenheiros” não atribuindo tanta importância a esta opção.

A **hipótese 4, sobre as medidas que poderão contribuir para a promoção da demolição seletiva em Portugal**, uma vez que não é atualmente um procedimento obrigatório, verificou-se que existem diferenças entre grupos em duas opções de resposta, mas à semelhança da hipótese 3, não existem diferenças estatisticamente significativas para a maioria das opções enumeradas no inquérito. Verificou-se que os três grupos consideraram que informar e

sensibilizar as entidades e os respetivos técnicos é a medida mais importante, mostrando que os inquiridos são da opinião que se deve dar mais ênfase a esta temática e promover melhores práticas dentro do setor da construção. Apesar disso, esta opção apresenta diferenças entre grupos estatisticamente significativas, onde o grupo 2 “engenheiros” atribui menor relevância do que os outros grupos. Este facto relaciona-se com os resultados apresentados anteriormente para as barreiras para a implementação da demolição seletiva, em que o grupo 2 não relevou tanto a opção da aquisição de conhecimento nesta temática. Foram também identificadas outras medidas que os inquiridos consideram importantes, nomeadamente: criar um guia padronizado para a demolição seletiva, criar incentivos que promovam a utilização dos materiais e dos resíduos tratados provenientes da desconstrução e incentivar o *design* de produtos que promovam a sua reutilização e reciclagem. A última medida referida, que diz respeito ao *design* de produtos, apresenta diferenças entre grupos estatisticamente significativas, onde, mais uma vez, o grupo 2 “engenheiros” não atribui tanta importância quanto os outros dois grupos, talvez por ser uma componente mais relacionada com a fase de projeto e não tanto com a fase de obra.

Com a realização deste trabalho, e atendendo aos resultados obtidos, propõe-se que o quadro legal atualmente em vigor em Portugal seja adaptado para tornar obrigatória a demolição seletiva, assim como sejam criados procedimentos que auxiliem nos processos de demolição e na gestão dos RCD. Conclui-se ainda que é importante fornecer aos principais intervenientes, quer da fase de projeto, quer da fase de obra, informação sobre a demolição seletiva e os respetivos benefícios associados, assim como proceder a campanhas de informação e sensibilização que demonstrem as melhores técnicas e ferramentas para implementar a desconstrução como o método de demolição a privilegiar em Portugal. Deverá também ser equacionada a realização de auditorias de pré-demolição com o objetivo de tornar mais robustas as questões relacionadas com a fase de projeto.

5.2 Orientações para a implementação da demolição seletiva em Portugal

Para a implementação da demolição seletiva em Portugal é necessário começar a mudar a mentalidade dos diferentes intervenientes do setor da construção. Para isso, em primeiro lugar importa adequar o quadro legal existente, nomeadamente através da inclusão da obrigatoriedade da execução de demolição seletiva, tanto em obras públicas, como em obras privadas, em condições pré-definidas. Esta alteração pode ser executada através da alteração do RGGR e do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março, referente à gestão dos RCD. As alterações devem ainda ser coordenadas com outros diplomas relevantes, como é o caso do Código dos Contratos Públicos e do Regime Jurídico da Urbanização e Edificação.

Deverá ainda ser obrigatório incluir no caderno de encargos os procedimentos para efetuar uma demolição seletiva, especificando técnicas de separação para os diferentes materiais e RCD, para posteriormente serem reutilizados e reciclados, respetivamente. Neste sentido, deverão ser consideradas as boas práticas do documento técnico complementar “Boas práticas para a

promoção do uso sustentável do plástico e de soluções circulares” (APA, 2019), embora com maior grau de detalhe do que aquele que atualmente existe. Deverá também ser considerado um conjunto de disposições legais específicas, nomeadamente a obrigação de integrar, no caderno de encargos, uma quantidade mínima de materiais reciclados a incluir em obra, superior à meta dos 5% já existente para obras públicas.

Em adição, importa desenvolver um guia de procedimentos para a devida separação dos RCD na fase de produção, evitando a sua mistura e facilitando a possibilidade da sua futura valorização. Desta forma, evita-se a deposição dos RCD recicláveis em aterro, permite-se aumentar a taxa de valorização, e diminui-se a taxa de eliminação associada a estes resíduos. A introdução deste guia terá de ter por base a construção de mais infraestruturas de tratamento, ou a adaptação das existentes, permitindo que haja uma boa capacidade de escoamento dos RCD, e melhorando as condições de mercado para a sua comercialização. Desta forma, potencia-se a criação de novos postos de trabalho e um aumento das receitas originadas, diminuindo por consequência a utilização de agregados naturais e dos efeitos ambientais adversos associados à sua extração.

Um contributo importante para a utilização de agregados reciclados no setor da construção tem a ver com a área do conhecimento, tentando perceber o que poderá ser melhorado para aumentar a confiança dos intervenientes. Deverão ser divulgados os principais resultados dos estudos entretanto efetuados sobre a potencialidade de incorporação destes produtos nas obras. Será também necessário informar os diferentes intervenientes da correta aplicação da marcação CE dos produtos reciclados e do seu significado, podendo assim aumentar a confiança e disposição para a utilização destas soluções. Por outro lado, para que a demolição seletiva se torne prática comum em Portugal, deve-se divulgar mais informações sobre as vantagens associadas à diminuição de custos quando efetuada a separação dos RCD em obra, em detrimento da entrega de RCD misturados aos operadores de gestão de resíduos. Deste modo, promovem-se os RCD como fonte para novos materiais de construção reciclados, de forma concertada com uma estratégia focada na execução de processos de demolição seletiva como prática habitual.

Uma medida que poderá promover a demolição seletiva em Portugal passa por aumentar as taxas de deposição em aterro de RCD misturados e aumentar as taxas associadas à extração de agregados naturais com alternativas de materiais reciclados.

Outra recomendação consiste em considerar, para determinadas intervenções, a obrigatoriedade de realizar auditorias de pré-demolição, pois verificou-se que os inquiridos desconhecem o conceito e não têm conhecimento sobre os benefícios associados a esta ferramenta, nem qual o benefício para obter melhores resultados no processo de demolição seletiva. Assim, será importante complementar as informações/formações dadas aos vários intervenientes do setor sobre a relevância deste instrumento para melhorar as questões de planeamento associadas à demolição seletiva.

Considera-se ainda que deverão ser realizados mais estudos que possam apresentar, aos diversos intervenientes do setor, os benefícios associados à utilização de métodos específicos de desconstrução. Assim, promove-se a sua utilização em realidades distintas, e estimula-se a procura por soluções que poderão potenciar grandes ganhos (ambientais, económicos, sociais) para o setor da construção e para o seu desenvolvimento.

5.3 Limitações do estudo

A principal limitação deste estudo está relacionada com a dimensão da amostra, nomeadamente em relação ao número de respostas obtidas ao questionário. O facto de a dimensão da amostra ser reduzida faz com que os resultados sejam condicionados e possam assim afetar a verificação de algumas hipóteses, tratando-se assim de um estudo exploratório sobre o tema da demolição seletiva.

5.4 Considerações para futuros estudos

Tendo em conta que o sucesso da demolição seletiva passa pela adesão e boa participação de todos os intervenientes, dado que a eles cabe o papel principal de planear e executar os procedimentos, é de extrema importância a realização de estudos abrangentes, na perspetiva do ciclo de vida, sobre a importância que a desconstrução tem para o desenvolvimento sustentável do setor da construção. Por esta razão, e por ser um tema ainda pouco aprofundado, considera-se que será vantajosa a realização de estudos adicionais que possam fornecer mais informação e mais completa, como contributo para a implementação dos princípios da economia circular no setor da construção.

Por estas razões, uma das recomendações para futuros estudos consiste em disponibilizar um período mais alargado para a obtenção de resposta aos inquéritos, permitindo eventualmente receber um maior número de respostas. Por outro lado, e sempre que possível, deverá ser realizado o esforço de garantir controlo sobre a amostra, principalmente no caso dos arquitetos, em que no presente caso a divulgação foi feita por *newsletter*.

Deverá ser realizado um estudo descritivo sobre o tema da desconstrução, com o objetivo de perceber quais os incentivos que serão melhor percebidos pelos intervenientes e que poderão potenciar a demolição seletiva. Por outro lado, deverá tentar perceber-se os tipos de formação necessária para melhorar o processo, assim como tentar esmiuçar as razões associadas à falta de conhecimento sobre as auditorias de pré-demolição e os benefícios adjacentes à sua utilização.

6 Referências Bibliográficas

- Ajayi, O.; Oyedele, O., Akinade, O., Bilal, M., Alaka, A., Owolabi, A., Kadiri, O. (2017). Attributes of design for construction waste minimization: A case study of waste-to-energy project. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, pp. 1333-1341. Obtido de DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.084.
- Ajayi, S. O., Oyedele, L. O. (2018). Critical design factors for minimising waste in construction projects: A structural equation modelling approach. *Resources, Conservation & Recycling*, 137, pp. 302-313. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.06.005.
- Akanbia, L. A., Oyedele, L. O., Akinade, O. O., Ajayi, A. O., Delgado, M. D., Bilal, M., Bello, S. A. (2017). Salvaging building materials in a circular economy: A BIM-based whole-life performance estimator. *Resources Conservation and Recycling*, 129, pp. 175–186. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.026
- Akbarnezhad, A., Ong, K., Chandra, L. (2014). Economic and environmental assessment of deconstruction strategies using building information modeling. *Automation in Construction*, 37, pp. 131-144. Obtido de DOI: 10.1016/j.autcon.2013.10.017.
- Akinade, O., Oyedele, L., Ajayi, S., Bilal, M., Alaka, H., Owolabi, H., Bello, S., Jaiyeoba, B., Kadiri, K. (2017). Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. *Special Thematic Issue: Urban Mining and Circular Economy, Waste Management*, 60, pp. 3-13. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2016.08.017.
- Akinade, O., Oyedele, L., Ajayi, S., Bilal, M., Alaka, H., Owolabi, H., Arawomo, O. (2018). Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. *Journal of Cleaner Production*, 180, pp. 375-385. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.01.022.
- Akinade, O., Oyedele, L., Bilal, M., Ajayi, S., Owolabi, H., Alaka, H., Bello, S. (2015). Waste minimisation through deconstruction: A BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS). *Resources, Conservation & Recycling*, 105, pp. 167-176. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.10.018.
- Akinade, O., Oyedele, L., Omotoso, K., Ajayi, S., Bilal, M., Owolabi, H., Alaka, H., Ayris, L., Looney, J. (2017). BIM-based deconstruction tool: Towards essential functionalities. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), pp. 260-271. Obtido de DOI: 10.1016/j.ijbsbe.2017.01.002.
- Ali, A., Badinelli, R. (2016). Novel Integration of Sustainable and Construction Decisions into the Design Bid Build Project Delivery Method Using BPMN. *Integrating Data Science, Construction and Sustainability, Procedia Engineering*, 145, pp. 164-171. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2016.04.038.
- Anand, C., Amor, B. (2017). Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, pp. 408-416. Obtido de DOI: 10.1016/j.rser.2016.09.058.
- Andrade, J., Bragança, L. (2016). Sustainability assessment of dwellings – a comparison of methodologies. *Civil Engineering & Environmental Systems*, 33(2), pp.125–146. Obtido de DOI: 10.1080/10286608.2016.1145676.

- Angulo, S. C., John, V. M., Miranda, L. F., Agopyan, V., & Vasconcellos, F. (2004). *Strategies for innovation in construction demolition waste management in Brazil*. Conference: CIB World Building Congress 2004. Brazil.
- APA (2017). *Perguntas Frequentes Resíduos de Construção e Demolição (RCD)*. Obtido em Outubro de 2018, de https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/FluxosEspecificosResíduos/RCD/FAQ_RCD_Janeiro%202019.pdf
- APA (2018). *Resíduos de Construção e Demolição*. Obtido de <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=197&sub3ref=283>
- APA (2019). *Documento Técnico Complementar - Boas Práticas para Promoção do Uso Sustentável do Plástico e de Soluções Circulares*. Obtido em Março de 2019, de https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/MedidasPoupanca/RCM-141-2018/RCM_141-2018_Documento_Tecnico_Complementar.pdf
- Arewa, O. (2016). Constructing Africa: Chinese Investment, Infrastructure Deficits, and Development. *Cornell International Law Journal*, 49, pp. 101.
- Arrigoni, A., Zucchinelli, M., Collatina, D., Dotelli, G. (2018). Life cycle environmental benefits of a forward-thinking design phase for buildings: the case study of a temporary pavilion built for an international exhibition. *Journal of Cleaner Production*, 187, pp. 974-983. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.230.
- Assefa, G., Ambler, C. (2017). To demolish or not to demolish: Life cycle consideration of repurposing buildings. *Sustainable Cities and Society*, 28, pp. 146-153. Obtido de DOI: 10.1016/j.scs.2016.09.011.
- Ataei, A., Bradford, M., Valipour, H. (2016). Sustainable Design of Deconstructable Steel-Concrete Composite Structures. *Integrating Data Science, Construction and Sustainability, Procedia Engineering*, 145, pp. 1153-1160. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2016.04.149.
- Augusto Mateus & Associados (2017). *Estudo sobre a Relevância e Impacto do Setor dos Resíduos em Portugal na Perspetiva de uma Economia Circular*. Obtido em Dezembro de 2018, de http://m.smartwasteportugal.com/fotos/editor2/setor_dos_residuos_em_portugal_sumario_e_xecutivo_2017_02.pdf
- Bauman, A. (2010). Salvage as a recession hedge: green jobs and other economic stimuli. *International Journal of Environmental Technology & Management*, 13(1), pp. 84-95. Obtido de DOI: 10.1504/IJETM.2010.032535.
- BIO by Deloitte, BRE, ICEDD, RPS, VTT, & FCT NOVA (2017). *Resource Efficient Use of Mixed Wastes - Improving management of construction and demolition waste*. Environmente Directorate General of the European Commission (DG Environment). Deloitte. Obtido em Novembro de 2018, de http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mixed_waste.htm
- Bjerre, A. (2018). *Construction materials, methods and design: Paradigm changes to come*. Obtido em Fevereiro de 2018, de http://www.tecninvest.com/_euroconstruct/2018_09_ECblog_DK.pdf
- Boone, B., Shami, M., Weinick, H. (2008). Solid waste management strategies and global sustainability of deconstruction. *International Journal of Environmental Technology & Management*, 8(2/3), pp. 229 - 260. Obtido de DOI: 10.1504/IJETM.2008.017333.

- Brito, J., & Freire, L. (2001). *Custos e Benefícios da Demolição Selectiva*. Conference: Construção 2001. Portugal, Lisboa: IST. Obtido de <https://www.researchgate.net/publication/286778225>
- Cazaciu, B., Sampaio, C., Miltzarek, G., Petter, C., Le Guen, L., Paranhos, R., Huchet, F., Kirchheim, A. (2014). The potential of using air jigging to sort recycled aggregates. *Journal of Cleaner Production*, 66, pp. 46-53. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.11.057.
- CE (2014). *Oportunidades para ganhos de eficiência na utilização dos recursos no setor da construção*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- CE (2015). *Fechar o ciclo - Plano de Ação da UE para a Economia Circular*. Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – COM(2015) 614 final. Bruxelas: Comissão Europeia.
- CE (2015a). *Pacote da Economia Circular: Perguntas e Respostas*. Obtido de http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-6204_pt.htm
- CE (2016). *Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição na União Europeia*. Obtido em Outubro de 2018, de http://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en
- CE (2016a). *Acelerar o Recurso a Energias Limpas nos Edifícios - Energias Limpas para Todos os Europeus*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- CE (2017). *A Aplicação do Plano de Ação para a Economia Circular*. Relatório Da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité Das Regiões - COM(2017) 33 final. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Cha, H. , Kim, K. H., Kim, C. K. (2012). Case Study on Selective Demolition Method for Refurbishing Deteriorated Residential Apartments. *Journal of Construction Engineering & Management*, 138(2), pp. 294-303. Obtido de DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000424.
- Chau, C.K., Xu, J.M., Leung, T.M., Ng, W.Y. (2017). Evaluation of the impacts of end-of-life management strategies for deconstruction of a high-rise concrete framed office building. *Clean, Efficient and Affordable Energy for a Sustainable Future, Applied Energy*, 185(2), pp. 1595-1603. Obtido de DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.01.019.
- Cholis, I. N. (2013). Reconstructing deconstruction in architecture. *Dimensi: Journal of Architecture and Built Environment*, 40, pp. 69-76. Obtido de DOI: 10.9744/dimensi.40.2.69-76.
- Coelho, A., & Brito, J. (2010). *Traditional vs. selective demolition - comparative economic analysis applied to Portugal*. Conference: Portugal SB10 - Sustainable Building Affordable to All. Portugal, Algarve. Obtido de DOI: 10.13140/RG.2.1.3509.8642.
- Coelho, A., de Brito, J. (2011). Economic analysis of conventional versus selective demolition — A case study. *Resources, Conservation & Recycling*, 55(3), pp. 382-392. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2010.11.003.
- Coelho, A., de Brito, J. (2012). Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. *Waste Management*, 32(3), pp. 532-41. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2011.11.011.

- Colangelo, F., Cioffi, R. (2017). Mechanical properties and durability of mortar containing fine fraction of demolition wastes produced by selective demolition in South Italy. *Composites Part B: Engineering*, 115, pp. 43-50. Obtido de DOI: 10.1016/j.compositesb.2016.10.045.
- Conti L., Barbari, M., Monti, M. (2016). Design of Sustainable Agricultural Buildings. A Case Study of a Wine Cellar in Tuscany, Italy. *Buildings*, 6(17), pp. 8. Obtido de DOI: 10.3390/buildings6020017.
- Cooper, S., Skelton, A. C.H., Owen, A., Densley-Tingley, D., Allwood, J. M. (2016). A multi-method approach for analysing the potential employment impacts of material efficiency. *Resources, Conservation & Recycling*, 109, pp. 54-66. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.11.014.
- Costa, I. (2014). *Resíduos de Construção e Demolição: fatores determinantes para a sua gestão integrada e sustentável*. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia do Ambiente (área de especialização em Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais), Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Portugal. Obtido de <http://hdl.handle.net/10362/12191>.
- Couto, A., & Couto, J. (2007). *Why Deconstruction is not adequality considered in portuguese building refurbishment*. Conference: 23rd Annual ARCOM Conference. Belfast, Northern Ireland. Obtido de <http://hdl.handle.net/1822/8033>.
- Couto, A., Couto, J. (2010). Analysis of Barriers and the Potential for Exploration of Deconstruction Techniques in Portuguese Construction Sites. *Sustainability*, 2(2), pp. 428-442. Obtido de DOI: 10.3390/su2020428.
- Curran, T., Lock, D., den Boer, E., Wilding, P., Williams, I. D., Pertl, A., Kent, A. (2014). Resource efficiency networks in the construction of new buildings. *Waste & Resource Management*, 167(4), pp. 139-152. Obtido de DOI: 10.1680/warm.13.00030.
- da Rocha, C. G., Sattler, M. A. (2009). A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors. *Resources, Conservation & Recycling*, 54(2), pp. 104-112. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2009.07.004.
- Davison, B., Tingley, D. D. (2011). Design for deconstruction and material reuse. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Energy*, 164(4), pp. 195-204. Obtido de DOI: 10.1680/ener.2011.164.4.195.
- Deloitte et al. (2015a). *Construction and Demolition Waste Management in Finland*. Obtido em Dezembro de 2018, de http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mixed_waste.htm.
- Deloitte et al. (2015b). *Construction and Demolition Waste Management in Germany*. Obtido em Dezembro de 2018, de http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mixed_waste.htm.
- Deloitte et al. (2015c). *Construction and Demolition Waste management in Luxembourg*. Obtido em Dezembro de 2018, de http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/mixed_waste.htm.
- Denhart, H. (2009). Deconstructing disaster: Psycho-social impact of building deconstruction in Post-Katrina New Orleans. *Cities*, 26(4), pp. 195-201. Obtido de DOI: 10.1016/j.cities.2009.04.003.
- Denis, F., Vandervaeren, C., De Temmerman, N. (2018). Using Network Analysis and BIM to Quantify the Impact of Design for Disassembly. *Buildings*, 8(8), pp. 113. Obtido de DOI: 10.3390/buildings8080113.

- Di Maria, A., Eyckmans, J., Van Acker, K. (2018). Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making. *Waste Management*, 75, pp. 3-21. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2018.01.028.
- Ding, T., Xiao, J., Zhang, Q., Akbarnezhad, A. (2018). Experimental and numerical studies on design for deconstruction concrete connections: An overview. *Advances in Structural Engineering*, 21(6). Obtido de DOI: 10.1177/1369433218768000.
- Ding, Z., Wang, Y., Zou, P. X. W. (2016). An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: Conventional versus green management. *Journal of Cleaner Production*, 133, pp. 1136-1153. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.06.054.
- Diyamandoglu, V., Fortuna, L. M. (2015). Deconstruction of wood-framed houses: Material recovery and environmental impact. *Resources, Conservation & Recycling*, 100, pp. 21-30. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.04.006.
- Eckelman, M. J., Brown, C., Troup, L. N., Wang, L., Webster, M. D., Hajjar, J. F. (2018). Life cycle energy and environmental benefits of novel design-for-deconstruction structural systems in steel buildings. *Building and Environment*, 143, pp. 421-430. Obtido de DOI: 10.1016/j.buildenv.2018.07.017.
- Estanqueiro, B., Silvestre, J., de Brito, J., Pinheiro, M. (2018). Environmental life cycle assessment of coarse natural and recycled aggregates for concrete. *European Journal of Environmental & Civil Engineering*, 22(4), pp. 1-21. Obtido de DOI: 10.1080/19648189.2016.1197161.
- Eurostat (2018). Obtido de Estatísticas de resíduos: <https://ec.europa.eu/eurostat>
- Fraga, M. A. (2017). *A economia circular na indústria portuguesa de pasta, papel e cartão*. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia e Gestão industrial, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Portugal. Obtido de <http://hdl.handle.net/10362/21794>
- Freire, A. C., Martins, I. M., Ferreira, C., Gonçalves, J., Roque, A. J., Pinto, I. (2016). Main Results of the Questionnaire for Portuguese Entities Potential Users of Construction and Demolition Recycled Materials (C&DRM). *Advances in Transportation Geotechnics III, Procedia Engineering*, 143, pp. 82-89. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2016.06.011.
- Fundo Ambiental. (2018). *Apoiar a Transição para uma Economia Circular: Fase I*. Obtido em Janeiro de 2019, de <https://www.fundoambiental.pt/avisos-2018/economia-circular.aspx>
- Gálvez-Martos, J., Styles, D., Schoenberger, H., Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation & Recycling*, 136, pp. 166-178. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.04.016.
- Ge, X. J., Livesey, P., Wang, J., Huang, S., He, X., Zhang, C. (2017). Deconstruction waste management through 3d reconstruction and bim: a case study. *Visualization in Engineering*, 2017, pp. 5-13. Obtido de DOI: 10.1186/s40327-017-0050-5.
- Ghisellini, P., Ji, X., Liu, G., Ulgiati, S. (2018). Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: A review. *Journal of Cleaner Production*, 195, pp. 418-434. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.084.

- Ghisellini, P., Ripa, M., Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, pp. 618-643. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.207.
- Haase, D., Lautenbach, S., Seppelt, R. (2010). Modeling and simulating residential mobility in a shrinking city using an agent-based approach. *Environmental Modelling and Software*, 25(10), pp. 1225-1240. Obtido de DOI: 10.1016/j.envsoft.2010.04.009.
- Hegzi, Y. S., Abdel-Fatah, N. A. (2018). Quantifying students' perception for deconstruction architecture. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), pp. 2745-2754. Obtido de DOI: 10.1016/j.asej.2017.09.006.
- Hiete, M., Stengel, J., Ludwig, J., Schultmann, F. (2011). Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: a regional management chain model. *Building Research & Information*, 39(4), pp. 333-351. Obtido de DOI: 10.1080/09613218.2011.576849.
- Hildebrand, L., Schwan, P., Vollpracht, A., Brell-Cockan, S., Zabek, M. (2017). Methodology to evaluate building construction regarding the suitability for further application. *Igra Ustvarjalnosti*, 5(5), pp. 20-32. Obtido de DOI: 10.15292/IU-CG.2017.05.020-032.
- Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G., Richter, K. (2013). Potentials for cascading of recovered wood from building deconstruction—A case study for south-east Germany. *Resources, Conservation & Recycling*, 78, pp. 81-91. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2013.07.004.
- Hossain, Md. U., Ng, S. T. (2018). Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review. *Journal of Cleaner Production*, 205, pp. 763-780. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.120.
- Hosseini, M. R., Rameezdeen, R., Chileshe, N., Lehmann, S. (2015). Reverse logistics in the construction industry. *Waste Management & Research: The Journal of the International Solid Wastes & Public Cleansing Association*, 33(6), pp.499-514. Obtido de DOI: 10.1177/0734242X15584842.
- Hübner, F., Volk, R., Kühlen, A., Schultmann, F. (2017). Review of project planning methods for deconstruction projects of buildings. *Built Environment Project & Asset Management*, 7(2), pp. 212-226. Obtido de DOI: 10.1108/BEPAM-11-2016-0075.
- Huuhka, S., Hakanen, J. H. (2015). Potential and barriers for reusing load-bearing building components in Finland. In A. Tadeu, D. Ural, O. Ural, & V. Abrantes (Eds.), *40th IAHS World Congress on Housing, Sustainable Housing Construction Proceedings, December 16-19, 2014, Funchal, Portugal*, pp. 1-9. ITeCons.
- Huuhka, S., Kaasalainen, T., Hakanen, J.H., Lahdensivu, J. (2015). Reusing concrete panels from buildings for building: Potential in Finnish 1970s mass housing. *Resources, Conservation & Recycling*, 101, pp. 105-121. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.05.017.
- Iacovidou, E., Purnell, P. (2016). Mining the physical infrastructure: Opportunities, barriers and interventions in promoting structural components reuse. *Science of the Total Environment*, 557-558, pp. 791-807. Obtido de DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.03.098.

- Iacovidou, E., Purnell, P., Lim, M. K. (2018). The use of smart technologies in enabling construction components reuse: A viable method or a problem creating solution? Sustainable waste and wastewater management. *Journal of Environmental Management*, 216, pp. 214-223. Obtido de DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.093.
- ING (2017). *Circular construction. Most opportunities for demolishers and wholesalers*. Obtido de https://www.ing.nl/media/ING_EBZ_Circular-construction_Opportunities-for-demolishers-and-wholesalers_juni-2017_tcm162-127568.pdf
- Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, Instituto da Construção e do Imobiliário, I.P.; Laboratório Nacional de Engenharia Civil; ANACOM; Agência Portuguesa do Ambiente. (2014). *Guia Prático RERU (Regime Excecional de Reabilitação Urbana)*. Obtido em Janeiro de 2019, de <http://www.impic.pt/impic/pt-pt/iniciativas-estrategicas/regime-excecional-de-reabilitacao-urbana-reru>
- Jacoby, R. M. (2001). *Deconstruction: A Tool for Reform as the Construction and Demolition Industry Moves Toward Sustainability*. For the Master of Arts Degree, Antioch University Seattle, Raleigh, North Carolina. Obtido de <https://p2infohouse.org/ref/03/02282.pdf>
- Jaillon, L., Poon, C.S. (2014). Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Hong Kong. *Automation in Construction*, 39, pp. 195–202. Obtido de DOI: 10.1016/j.autcon.2013.09.006.
- Jain, R., George, R., Webster, R. (2008). Sustainable deconstruction and the role of knowledge-based systems. *International Journal of Environmental Technology & Management*, 8(2/3), pp. 261-274. Obtido de DOI: 10.1504/IJETM.2008.017334.
- Jiménez-Rivero, A., García-Navarro, J. (2016). Indicators to Measure the Management Performance of End-of-Life Gypsum: From Deconstruction to Production of Recycled Gypsum. *Waste & Biomass Valorization*, 7(4), pp. 913-927. Obtido de DOI: 10.1007/s12649-016-9561-x.
- Jiménez-Rivero, A., García-Navarro, J. (2017). Best practices for the management of end-of-life gypsum in a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 167, pp. 1335-1344. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.05.068.
- Kanters, J. (2018). Design for Deconstruction in the Design Process: State of the Art. *Buildings* 2018, 8(11), pp. 150. Obtido de DOI: 10.3390/buildings8110150.
- Kleemann, F., Lederer, J., Aschenbrenner, P., Rechberger, H., Fellner, J. (2016). A method for determining buildings' material composition prior to demolition. *Building Research & Information*, 44(1), pp. 1-12. Obtido de DOI: 10.1080/09613218.2014.979029.
- Kokkonen, A., Alin, P. (2016). Practitioners deconstructing and reconstructing practices when responding to the implementation of BIM. *Construction Management & Economics*, 34(7/8), pp. 578-591. Obtido de DOI: 10.1080/01446193.2016.1164327.
- Kourmpanis, B., Papadopoulos, A., Moustakas, K., Stylianou, M., Haralambous, K., & Loizidou, M. (2008). Preliminary study for the management of construction and demolition waste. Greece. *Waste Management & Research*, 26, pp. 267-275. Obtido de DOI: 10.1177/0734242X07083344
- Kylili, A., Fokaides, P. A. (2017). Policy trends for the sustainability assessment of construction materials: A review. *Sustainable Cities and Society*, 35, pp. 280-288. Obtido de DOI: 10.1016/j.scs.2017.08.013.

- Leso, L., Conti, L., Rossi, G., Barbari, M. (2018). Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy. *Agronomy Research*, 16(3). Obtido de DOI: 10.15159/AR.18.085.
- Level (2016). *Implementing waste management*. Obtido de <http://www.level.org.nz/material-use/minimising-waste/implementing-waste-management/>
- Lima, C. (2019). *Plano de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição no âmbito do processo de desconstrução de um edifício sob os princípios da Economia Circular*. Lisboa.
- LNEC (2016). *Especificações LNEC*. Obtido em 2018 de Outubro, de Laboratório Nacional de Engenharia Civil: <http://www.lnec.pt/pt/servicos/normalizacao-e-regulamentacao/especificacoes-lnec/>
- LNEC (2019). *O RPC em síntese*. Obtido de Laboratório Nacional de Engenharia Civil: <http://www.lnec.pt/pt/servicos/marcacao-ce-de-produtos-de-construcao/o-rpc-em-sintese/>
- Lopes, M. F. (2013). *Implementação da desconstrução na indústria da construção Nacional*. Dissertação de mestrado integrado em Engenharia Civil (área de especialização em Perfil de Construções), Universidade do Minho, Escola de Engenharia. Obtido de <http://hdl.handle.net/1822/30906>
- Lourenço, C. (2007). *Optimização de sistemas de demolição – demolição selectiva*. Dissertação de Licenciatura em Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Obtido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/lec-pb/dissertacao/2353642117029>
- Lourenço, C., & Brito, J. (2008a). "State-of-the-art" e Enquadramento Legal. *Demolição Selectiva em Portugal*. Arte & Construção. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/282643975_State-of-the-art_e_Enquadramento_Legal_Demolicao_Selectiva_em_Portugal
- Lourenço, C., & Brito, J. d. (2008b). Demolição Selectiva - Tecnologia e Metodologia. *Engenharia & Vida*. 44-48. Universidade Técnica de Lisboa. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/281274009_Demolicao_Selectiva_-_Tecnologia_e_Metodologia
- Lu, M., Lau, S., Poon, C. (2009). Simulation Approach to Evaluating Cost Efficiency of Selective Demolition Practices: Case of Hong Kong's Kai Tak Airport Demolition. *Journal of Construction Engineering & Management*, 135(6), pp. 448-457. Obtido de DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:6(448).
- Machado, R., Souza, H., Veríssimo, G. (2018). Analysis of Guidelines and Identification of Characteristics Influencing the Deconstruction Potential of Buildings. *Sustainability*, 10(8), pp. 2604. Obtido de DOI: 10.3390/su10082604.
- Mália, M. (2010). *Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Obtido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395142107301/Indicadores%20de%20res%C3%ADduos%20de%20construção%20e%20demolição.pdf>
- Malmqvist, T., Nehasilova, M., Moncaster, A., Birgisdottir, H., Rasmussen, F., Wiberg, A., Potting, J. (2018). Design and construction strategies for reducing embodied impacts from buildings – Case study analysis. *Energy & Buildings*, 166, pp. 35-47. Obtido de DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.01.033.

- Martínez, E., Nuñez, Y., Sobaberas, E. (2013). End of life of buildings: three alternatives, two scenarios. A case study. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(5), pp. 1082-1088. Obtido de DOI: 10.1007/s11367-013-0566-4.
- Martinho, G., Ramos, M., Gomes, A., Santos, P., & Pires, A. (2015). *Tratamento dos dados dos RCD para os anos de 2013 e 2014*. Elaborado para a Agência Portuguesa do Ambiente. Monte de Caparica.
- Martinho, G., Ramos, M., Pires, A., Santos, P., Gomes, A., & Moura, E. (2013). *Estudo para a Conceção Sustentável de Modelo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição, na Região Norte Interior - 1ª fase*. Elaborado para a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. Obtido de <http://www.ccdr-n.pt/servicos/ambiente/159/estudo-da-ccdr-n-propoe-reciclagem-dos-residuos-de-construcao-e-demolicao>
- Martinho, G., Silveira, A., Carneiro, F., Correia, I., Santos, T., & Lopes, V. (2017). *Utilização e incorporação de materiais reciclados nas empreitadas do Metropolitano de Lisboa*. Projeto realizado no âmbito da unidade curricular Projeto em Engenharia do Ambiente do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Caparica.
- Mercante, I., Bovea, M., Ibáñez-Forés, V., Arena, A. (2012). Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a Spanish case study. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(2), pp. 232-241. Obtido de DOI: 10.1007/s11367-011-0350-2.
- Mohtashami, N. (2016). Quantitative assessment of deconstruction buildings using a Building Deconstruction Matrix. *Pacific Science Review B: Humanities and Social Sciences*, 2(3), pp. 113-117. Obtido de DOI: 10.1016/j.psr.b.2016.11.001.
- Mulyadi, R. A. (2018). The management strategy for government building disposal process in Jakarta. *MATEC Web of Conferences*, 195(4):06007. Obtido de DOI: 10.1051/mateconf/201819506007.
- Ness, D., Swift, J., Ranasinghe, D. C., Xing, K., Soebarto, V. (2015). Smart steel: new paradigms for the reuse of steel enabled by digital tracking and modelling. *Journal of Cleaner Production*, 98, pp. 292-303. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.08.055.
- Noguchi, T., Park, W., Kitagaki, R. (2015). Risk evaluation for recycled aggregate according to deleterious impurity content considering deconstruction scenarios and production methods. *Resources, Conservation & Recycling*, 104, pp. 405-416. Obtido de DOI: 10.1016/j.resconrec.2015.08.002.
- Queheille, E., Taillandier, F., Saiyouri, N. (2018). Optimization of strategy planning for building deconstruction. *Automation in Construction*, 98, pp. 236-247. Obtido de DOI: 10.1016/j.autcon.2018.11.007.
- Ramos, M., Silveira, A., & Martinho, G. (2018). *Resíduos de Construção e Demolição*. Mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento do Território. Monte de Caparica, Portugal.
- Reyna, J. L., Chester, M. V. (2015). The Growth of Urban Building Stock. *Journal of Industrial Ecology*, 19(4), pp. 524-537. Obtido de DOI: 10.1111/jiec.12211.

- Rios, F. C., Chong, W. K., Grau, D. (2015). Design for Disassembly and Deconstruction - Challenges and Opportunities. *Defining the future of sustainability and resilience in design, engineering and construction, Procedia Engineering*, 118, pp. 1296-1304. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.485.
- Roussat, N., Dujet, C., Méhu, J. (2009). Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. *Waste Management*, 29(1), pp. 12-20. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2008.04.010.
- Ruivo, & Veiga. (2004). *Construction and demolition waste: strategy for a management model*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Saghafi, M. D., Teshnizi, Z. A. H. (2011). Building Deconstruction and Material Recovery in Iran: An Analysis of Major Determinants. 2011 *International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities, Procedia Engineering*, 21, pp. 853-863. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2011.11.2087.
- Saghafi, M. D., Teshnizi, Z. S. H. (2011). Recycling value of building materials in building assessment systems. *Energy & Buildings*, 43(11), pp. 3181-3188. Obtido de DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.08.016.
- Salama, W. (2017). Design of concrete buildings for disassembly: An explorative review. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), pp. 617-635. Obtido de DOI: 10.1016/j.ijbsbe.2017.03.005.
- Sanchez, B., Haas, C. (2018). A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings. *Journal of Cleaner Production*, 183, pp. 998-1010. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.02.201.
- Sanchez, B., Haas, C. (2018). Capital project planning for a circular economy. *Construction Management & Economics*, 36(6), pp. 303-312. Obtido de DOI: 10.1080/01446193.2018.1435895
- Sassi, P. (2008). Defining closed-loop material cycle construction. *Building Research & Information*, 36(5), pp. 509-519. Obtido de DOI: 10.1080/09613210801994208.
- Shami, M. (2008). Solid waste sustainability related to building deconstruction. *International Journal of Environmental Technology & Management*, 8(2/3), pp. 117-191. Obtido de DOI: 10.1504/IJETM.2008.017330.
- Silva, M. M. (2010). *Aproveitamento de Materiais Resultantes de uma Demolição Selectiva*. Obtido de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57769/1/000148683.pdf>
- Silva, R.V., de Brito, J., Dhir, R.K. (2017). Availability and processing of recycled aggregates within the construction and demolition supply chain: A review. *Journal of Cleaner Production*, 143, pp. 598-614. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.070.
- Silvestre, J.D., de Brito, J., Pinheiro, M.D. (2014). Environmental impacts and benefits of the end-of-life of building materials – calculation rules, results and contribution to a “cradle to cradle” life cycle. *Journal of Cleaner Production*, 66, pp. 37–45. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.10.028.

- Sobotka, A., Czaja, J. (2015). Analysis of the Factors Stimulating and Conditioning Application of Reverse Logistics in Construction. *Innovative solutions in Construction Engineering and Management*, 122, pp. 11-18. Obtido de DOI: 10.1016/j.proeng.2015.10.002.
- Spisakova, M., Kozlovska, M. (2013). Deconstruction of buildings - sustainable ways of construction. *13th SGEM GeoConference on ENERGY AND CLEAN TECHNOLOGIES*. Obtido de DOI: 10.5593/SGEM2013/BD4/S18.006.
- SuperDrecksKëscht. (2015). Obtido em Janeiro de 2019, de <https://www.sdk.lu/index.php/en/>
- Tatiya, A., Zhao, D., Syal, M., Berghorn, G. H., LaMore, R. (2018). Cost prediction model for building deconstruction in urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 195, pp. 1572-1580. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.08.084.
- Thomsen, A., Schultmann, F., Kohler, N. (2011). Deconstruction, demolition and destruction. *Building Research & Information*, 39(4), pp. 327-332. Obtido de DOI: 10.1080/09613218.2011.585785.
- Tingley, D., Cooper, S., Cullen, J. (2017). Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. *Journal of Cleaner Production*, 148, pp. 642-652. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.02.006.
- Tingley, D., Davison, B. (2012). Developing an LCA methodology to account for the environmental benefits of design for deconstruction. *Building and Environment*, 57, pp. 387-395. Obtido de DOI: 10.1016/j.buildenv.2012.06.005.
- Ulsen, C., Kahn, H., Hawlitschek, G., Masini, E.A., Angulo, S.C., John, V.M. (2013). Production of recycled sand from construction and demolition waste. *Construction & Building Materials*, 40, pp.1168-1173. Obtido de DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2012.02.004.
- UNEP (2012). *Sustainable Buildings and Climate Initiative*. Obtido em Janeiro de 2019, de <https://europa.eu/capacity4dev/file/13845/download?token=F5gO9LHM>
- Vatalis, K.I., Manoliadis, O., Charalampides, G., Platias, S., Savvidis, S. (2013). Sustainability Components Affecting Decisions for Green Building Projects. *International Conference On Applied Economics (ICOAE) 2013, Procedia Economics and Finance*, 5, pp. 747-756. Obtido de DOI: 10.1016/S2212-5671(13)00087-7.
- Vieira, C., & Lopes, M. (2018a). Curso e-Learning "Resíduos de Construção e Demolição: Prevenção e Valorização". Módulo I, UPorto.
- Vieira, C., & Lopes, M. (2018b). Curso e-Learning "Prevenção dos Resíduos de Construção e Demolição". Módulo III, UPorto.
- Vitale, P., Arena, N., Di Gregorio, F., Arena, U. (2017). Life cycle assessment of the end-of-life phase of a residential building. *Special Thematic Issue: Urban Mining and Circular Economy, Waste Management*, 60, pp. 311-321. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2016.10.002.
- Volk, R., Luu, T. H., Mueller-Roemer, J. S., Sevilmis, N., Schultmann, F. (2018). Deconstruction project planning of existing buildings based on automated acquisition and reconstruction of building information. *Automation in Construction*, 91, pp. 226-245. Obtido de DOI: 10.1016/j.autcon.2018.03.017.
- Williams, I. D., Caixinhas, J., Pertl, A., den Boer, E., Durão, V., Curran, T., Osório-Peters, S. (2014). Zero-waste networks in construction and demolition in Portugal. *Waste & Resource*

Management: Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 167(4), pp. 153-168. Obtido de DOI: 10.1680/warm.13.00032.

Wu, Z., Yu, A. T. W., Shen, L. , Liu, G. (2014). Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. *Waste Management*, 34(9), pp. 1683-92. Obtido de DOI: 10.1016/j.wasman.2014.05.010.

Xiao, J., Ding, T. , Zhang, Q. (2017). Structural behavior of a new moment-resisting DfD concrete connection. *Engineering Structures*, 132, pp. 1-13. Obtido de DOI: 10.1016/j.engstruct.2016.11.019.

Yeheyis, M., Hewage, K., Alam, M., Eskicioglu, C., Sadiq, R. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. *Clean Technologies & Environmental Policy*, 15(1), pp. 81-91. Obtido de DOI: 10.1007/s10098-012-0481-6.

Zabek, M., Hildebrand, L., Brell-Cokcan, S., Wirth, M. (2017). Used building materials as secondary resources – Identification of valuable building material and automated deconstruction. *Journal of Facade Design and Engineering*, 5(2), pp. 25-33. Obtido de DOI: 10.7480/jfde.2017.2.1684

Zambrana-Vasquez, D., Zabalza-Bribián, I., Jáñez, A., Aranda-Usón, A. (2016). Analysis of the environmental performance of life-cycle building waste management strategies in tertiary buildings. Special Volume: SDEWES 2014 - Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems. *Journal of Cleaner Production*, 130, pp. 143-154. Obtido de DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.02.048.

Zari, M. P. (2015). Ecosystem services analysis: Mimicking ecosystem services for regenerative urban design. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1), pp. 145-157. Obtido de DOI: 10.1016/j.ijbsbe.2015.02.004.

ANEXOS

Anexo I – Questionário sobre processos de demolição seletiva/desconstrução

O presente questionário insere-se no desenvolvimento da minha dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, sobre **demolição seletiva/desconstrução**. O principal objetivo consiste em avaliar a perceção e opiniões dos intervenientes, nas áreas de projeto e do setor da construção, sobre o conceito, os principais fatores que influenciam estes processos, assim como as barreiras existentes para a sua implementação em Portugal.

Para atingir este objetivo necessito da sua colaboração. O questionário é anónimo, as respostas serão tratadas estatisticamente e utilizadas exclusivamente para fins de investigação, sendo assegurada a sua confidencialidade.

Por questões de cumprimento de prazos académicos agradeço que responda ao questionário até ao **dia 24 de março de 2019**.

Caso necessite de qualquer esclarecimento, por favor utilize o seguinte contacto: ac.paiva@campus.fct.unl.pt

Agradeço antecipadamente a sua colaboração. Com os melhores cumprimentos.

Ana Paiva

A. Entidade empregadora – frequência e motivos para a demolição seletiva/desconstrução

Q1. Qual a natureza da sua atividade profissional? (Selecione todas as que se apliquem)

- Trabalho a título individual
- Trabalho por conta de outrem

Q2. Em que área(s) a entidade em que trabalha desempenha a sua atividade

Nota: se trabalha a título individual responda na perspetiva da atividade que desenvolve habitualmente.

	Fase de projeto	Fase de obra	Não aplicável
Arquitetura			
Engenharia			
Consultoria			
Outra			

Q3. Se na pergunta anterior respondeu "outra", especifique em que área e em que fase (projeto e/ou obra) trabalha. (resposta aberta)

Q4. A entidade em que trabalha é uma empresa de construção? (Escolha uma das seguintes respostas)

- Sim
- Não

Q5. Neste caso, por favor indique a classe máxima de alvará da entidade. (para todos os que responderam "sim" na Q4) (Escolha uma das seguintes respostas)

- | | |
|------------|------------|
| - Classe 1 | - Classe 6 |
| - Classe 2 | - Classe 7 |
| - Classe 3 | - Classe 8 |
| - Classe 4 | - Classe 9 |
| - Classe 5 | - Não sei |

Q6. Com que frequência são realizados processos de demolição seletiva/desconstrução pela entidade onde trabalha? (Escolha uma das seguintes respostas)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspetiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Nunca
- Poucas vezes
- Algumas vezes
- Muitas vezes

Q7. Indique por favor os motivos que levaram a entidade em que trabalha a realizar demolição seletiva/desconstrução. (para todos exceto os que responderam "nunca" na Q6) (Selecione todas as que se apliquem)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspetiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Por ser prática habitual da entidade
- Por consciência ambiental da entidade
- Por requisitos de certificação da empresa
- Por imposição do cliente/cadernos de encargos
- Para obtenção de contrapartidas (económicas, concorrenciais, outras)
- Por serem projetos em outros países, onde é prática corrente ou obrigatória
- Por ser vantajoso do ponto de vista técnico e operacional
- Por ser vantajoso do ponto de vista dos custos
- Desconheço os motivos

Q8. Em que tipo de obra(s) a entidade em que trabalha realizou processos de demolição seletiva/desconstrução? (para todos exceto os que responderam “nunca” na Q6) (Selecione todas as que se apliquem)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspectiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Obras públicas
- Obras particulares
- Não sei

Q9. A decisão de optar por processos de demolição seletiva/desconstrução obriga a entidade em que trabalha a subcontratar? (para todos exceto os que responderam “nunca” na Q6) (Escolha uma das seguintes respostas)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspectiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Sim
- Não
- Não sei

Q10. Indique por favor os motivos pelos quais a entidade em que trabalha nunca realizou demolição seletiva/desconstrução. (para os que responderam “nunca” na Q6) (Selecione todas as que se apliquem)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspectiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Não é prática habitual da empresa
- Falta de técnicos com competências nesta área na entidade
- Os clientes/cadernos de encargos não obrigam a estes procedimentos
- A sua execução dificulta a concorrência no mercado, por questões técnicas e/ou operacionais
- A sua execução dificulta a concorrência no mercado, por questão de custo
- Não existem contrapartidas que favoreçam estes processos (económicas, concorrenciais)
- Ausência de destinos licenciados na proximidade para encaminhar os resíduos de construção e demolição
- Custos associados com o transporte e tratamento dos resíduos de construção e demolição
- Desconheço os motivos

B. Inquirido – conhecimento e importância atribuída à demolição seletiva/desconstrução

Q11. Qual a função que desempenha nos projetos desenvolvidos pela entidade onde trabalha? (Escolha uma das seguintes respostas)

Nota: se trabalha a título individual responda na perspetiva da atividade que desenvolve habitualmente.

- Arquiteto
- Engenheiro
- Consultor
- Outro (especificar em campo de resposta)

Q12. Como avalia o seu grau de conhecimento sobre o conceito de demolição seletiva/desconstrução? (Escolha uma das seguintes respostas)

- Não sei nada (passa para o grupo C)
- Sei muito pouco
- Sei pouco
- Sei moderadamente
- Sei bastante

Q13. Na sua opinião, qual das opções que se seguem completa melhor a expressão apresentada abaixo, relacionada com o conceito de demolição seletiva/desconstrução? (Escolha uma das seguintes respostas)

A demolição seletiva consiste em...

- ... separar os resíduos perigosos no local de obra.
- ... dismantlar e desconstruir uma edificação, de forma faseada, potenciando a recuperação de materiais para reutilização e de resíduos para reciclagem.
- ... triar os resíduos no local de obra.
- ... dismantlar e desconstruir uma estrutura específica para recuperar resíduos para reciclagem.

Q14. Na sua opinião, qual ou quais das seguintes fases estão implicadas na demolição seletiva/desconstrução? (Selecione todas as que se apliquem)

- Fase de projeto
- Fase pré-obra (preparação do estaleiro)
- Fase de obra
- Fase de tratamento dos resíduos

Q15. Trabalha, ou já trabalhou, em projetos que envolvam, ou tenham envolvido, processos de demolição seletiva/desconstrução? (Selecione todas as que se apliquem)

- Sim, trabalho atualmente
- Sim, já trabalhei
- Nunca trabalhei

Q16. Tendo em consideração os fatores que poderão contribuir para uma eficiente demolição seletiva/desconstrução, indique o grau de importância que atribui a cada um dos seguintes aspetos:

	Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Planear a construção nova prevendo a futura demolição (e.g. materiais utilizados, técnicas de montagem)					
Implementar auditorias pré-demolição					
Contratar mão-de-obra com conhecimentos técnicos em desmantelamento e desconstrução					
Utilizar equipamentos apropriados para a desconstrução					
Aplicar boas práticas no desmantelamento e desconstrução					
Preparar os materiais com potencial para a reutilização					
Separar os resíduos perigosos, para evitar contaminação					
Separar os resíduos com valor de mercado positivo (e.g. metais)					
Separar os resíduos inertes (e.g. betão, telhas, tijolos), evitando a sua contaminação					
Encaminhar os resíduos para destinos licenciados, para valorização					

Q17. Que importância atribui às seguintes eventuais barreiras para a demolição seletiva/desconstrução?

	Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Ausência de orientações da fase de projeto para a desconstrução					
Infraestruturas não projetadas para serem desconstruídas					
Execução eventualmente mais demorada					
Especificidades da mão-de-obra (e.g. mais recursos humanos, especialização)					

	Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Especificidades do equipamento (e.g. características e disponibilidade no mercado)					
Custos eventualmente desvantajosos					
Condicionantes logísticas (e.g. espaço no estaleiro para separar os resíduos)					
Ausência de contrapartidas (e.g. incentivos fiscais, condições concorrenciais)					
Falta de informação e sensibilização					
Exequibilidade técnica (características da intervenção em causa)					

Q18. Sabendo que a demolição seletiva/desconstrução não é um procedimento obrigatório em Portugal, qual o grau de importância que atribui às seguintes medidas para a sua promoção?

	Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Obrigar, via legislação, que a conceção de novos edifícios considere a futura demolição seletiva					
Obrigar, via legislação, e em determinadas condições, a realização de auditorias de pré-demolição					
Obrigar, via legislação, e em determinadas condições, a demolição seletiva					
Criar um guia padronizado para a demolição seletiva					
Criar incentivos que promovam a utilização dos materiais e dos resíduos tratados provenientes da desconstrução					
Certificar as empresas que procedem à demolição seletiva e que recuperam os materiais e os resíduos					

	Nada importante	Pouco importante	Indiferente	Importante	Muito importante
Promover a fiscalização dos processos de demolição seletiva					
Desincentivar a deposição em aterro (e.g. aumento dos custos)					
Incentivar o design de produtos que promovam a sua reutilização e reciclagem					
Informar e sensibilizar as entidades e os respetivos técnicos					

C. Inquirido – caracterização

Q19. Género (Escolha uma das seguintes respostas)

- Feminino
- Masculino
- Sem resposta

Q20. Idade (resposta aberta)

Q21. Profissão (resposta aberta)

Q22. Em que região ou regiões trabalha? (Selecione todas as que se apliquem)

- Alentejo
- Algarve
- Centro
- Lisboa e Vale do Tejo
- Norte
- Região Autónoma dos Açores
- Região Autónoma da Madeira

Muito obrigada pela sua participação.

Anexo II – Convite para participar no questionário (geral)

Bom dia.

Foi convidado para participar num **questionário sobre demolição seletiva/desconstrução**, o qual deve ser respondido até ao **dia 24 de março de 2019**. No caso de ser uma empresa solicito o favor de reencaminhar o questionário para um técnico com conhecimento no tema em questão.

Para o esclarecimento de qualquer dúvida, contacte-me através do seguinte e-mail ac.paiva@campus.fct.unl.pt.

Para participar, por favor, utilize o endereço abaixo:

{endereço eletrónico}

Com os melhores cumprimentos,

Ana Paiva

Se não quer participar deste inquérito e não deseja receber mais convites clique p.f. na seguinte ligação.

{endereço eletrónico}

Se estiver na lista negra mas quiser participar neste inquérito e pretender receber convites, por favor clique no seguinte link:

{endereço eletrónico}

Anexo III – Convite para participar no questionário (Portal da Construção Sustentável)

Estimados Arquitetos:

Na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, está atualmente em curso uma dissertação cujo tema é a demolição seletiva/desconstrução.

Pela pertinência do tema no âmbito da sustentabilidade e pela dedicação que o Portal da Construção Sustentável tem imprimido a este tipo de conteúdo, decidimos ajudar esta aluna a recolher respostas a um inquérito que poderá ser um valioso contributo no seu estudo.

Pelo que, agradecemos desde já a vossa disponibilidade e atenção.

Com este trabalho procura-se avaliar a perceção e opiniões dos intervenientes nas áreas de projeto e do setor da construção, sobre o conceito, os principais fatores que influenciam estes processos, assim como as barreiras existentes para a sua implementação em Portugal.

Neste contexto, elaborou-se um questionário, para o qual se pede a colaboração de profissionais intervenientes no setor da construção, que pode ser acedido a partir do seguinte weblink:

(endereço eletrónico)

O questionário é anónimo, as respostas serão tratadas estatisticamente e utilizadas exclusivamente para fins de investigação, sendo assegurada a sua confidencialidade.

O questionário pode ser respondido até ao dia 24 de março de 2019. Para qualquer questão poderão contactar Ana Paiva através do seguinte endereço de e-mail: ac.paiva@campus.fct.unl.pt

Obrigado mais uma vez pela sua colaboração.